

Sami Puumila

**Lisätty todellisuus robottisolun simuloinnissa**

Opinnäytetyö

Kevät 2012

Tekniikan yksikkö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma



## **Alkusanat**

Haluan kiittää Seinäjoen ammattikorkeakoulua ja Done Logistic Oy:tä tämän opinnäytetyön mahdollistamisesta.

Erityisesti haluan kiittää virtuaalilaboratorion laboratorioinsinööriä Tapio Hellmannia, Done Logistic Oy:n mekaniikkasuunnittelun esimiestä Juhani Nurmela, automaatiopäällikköä Jarmo Kurikkaa ja VTT:n tutkijaa Sanni Siltasta hyvistä neuvoista, tuesta ja ohjauksesta.

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaation suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Sami Puumila

Työn nimi: Lisätty todellisuus robottisolun simuloinnissa

Ohjaajat: Tapio Hellman, Hannu Reinilä

Vuosi: 2012

Sivumäärä: 46

Liitteiden lukumäärä: 2

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun Tekniikan yksikön virtuaalilaboratoriolle. Työn tarkoituksena oli animoida yhteistyöyrityksen robottisolu ja tehdä siitä lisätyn todellisuuden sovellus, jota yhteistyöyritys voi simuloida asiakkaansa tiloissa.

Robottisolun valmistelut ja animointi tehtiin Autodesk 3ds Max Design 2011:lla. Lisätty todellisuus lisättiin robottisoluun 3ds Max Designiin liitettävällä AR-media Plugin sovelluksella. Lisäksi työhön kuului tutkia kuinka koululla jo ennestään olevassa VR4MAX-ohjelmassa käytetään lisättyä todellisuutta. Opinnäytteen teoriaosuudessa käsiteltiin lisättyä todellisuutta, perehtymättä sen tarkemmin mobiilisovelluksiin.

Työn tuloksena saatiin valmis animoitu robottisolu, jota yhteistyökumppaniyritys voi käyttää asiakkaansa tiloissa. Lisäksi saatiin työhöjeet AR-media Pluginin ja VR4MAXin lisätyn todellisuuden käytöstä.

Avainsanat: lisätty todellisuus, laajennettu todellisuus, täydennetty todellisuus, robottisolu, simulointi

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Technology

Specialisation: Machine Automation

Author: Sami Puumila

Title of thesis: Augmented reality on simulating robot cell

Supervisor(s): Tapio Hellman, Hannu Reinilä

Year: 2012

Number of pages: 46

Number of appendices: 2

---

This final thesis was made for the virtual laboratory of Seinäjoki University of Applied Sciences, School of Technology. The purpose of the work was to animate a robot cell of the cooperative company and to make an augmented reality application of it for cooperative company to simulate it in its customer's premises.

The preparations of the robot cell and animation were made on Autodesk 3ds Max Design 2011. Augmented reality was added to the robot cell by AR-media Plugin which is 3ds Max Design add-on application. Furthermore, the work included to study how augmented reality could be used in the VR4MAX, which already existed in the virtual laboratory. The theory section of the thesis concentrates on augmented reality, without familiarising into mobile applications.

The end result was an animated robot cell, which cooperative company can demonstrate in its customer's premises. Furthermore, the work instructions were obtained from the use of augmented reality on AR-media Plugin and VR4MAX programs.

Keywords: augmented reality, robot cell, simulation

## SISÄLTÖ

Alkusanat .....	2
Opinnäytetyön tiivistelmä.....	3
Thesis abstract.....	4
SISÄLTÖ .....	5
Kuva- ja taulukkoluetelo .....	7
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	8
1 JOHDANTO .....	10
1.1 Työn tausta .....	10
1.2 Työn tavoitteet.....	10
1.3 Työn toteutus .....	11
1.4 Työn rakenne .....	11
2 LISÄTTY TODELLISUUS.....	12
2.1 Määritelmä .....	12
2.2 Historia.....	12
2.3 Mahdollistava teknologia.....	14
2.3.1 Näyttölaitteet .....	14
2.3.2 Paikannusmenetelmät .....	20
2.3.3 Tietokoneet .....	22
2.3.4 Interaktio .....	22
2.3.5 Ohjelmakirjastot .....	23
2.4 Sovellusalueet.....	24
2.4.1 Mainonta ja kaupallisuus.....	24
2.4.2 Ajanviete ja opetus.....	27
2.4.3 Lääketiede .....	28
2.5 Tulevaisuus.....	29
3 TYÖSSÄ KÄYTETYT OHJELMISTOT JA LAITTEET .....	30
3.1 Ohjelmistot .....	30
3.1.1 Autodesk 3ds Max Design 2011 .....	30
3.1.2 Tree C Technology VR4MAX.....	31
3.1.3 AR-media Plugin for Autodesk 3ds Max.....	31

3.1.4 AR-ohjelmistojen vertailu .....	32
3.2 Laitteet .....	32
4 TYÖVAIHE .....	33
4.1 3D-mallien tiedostoformaatin muunto.....	33
4.2 Autodesk 3ds Max.....	34
4.2.1 Robotin valmistelu.....	34
4.2.2 Robottisolun animointi.....	38
4.3 Simulointi .....	39
5 TULOKSET .....	40
5.1 Robottisolun animointi ja simulointi .....	40
5.2 Emagin 3Dvisor Z800.....	41
6 YHTEENVETO.....	42
LÄHTEET .....	43
LIITTEET .....	46

## Kuva- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Virtuaalisen objektin ja todellisen ympäristön yhdistäminen. ....	12
Kuva 2. Sensorama .....	13
Kuva 3. Ivan Sutherlandin HMD-laite vuodelta 1968.....	13
Kuva 4. Näyttölaite kiinnitettynä kypärään .....	15
Kuva 5. Periaatekuva verkkokalvolle heijastavasta tekniikasta.....	16
Kuva 6. Periaatekuva päähän puettavien näyttöjen tekniikasta .....	17
Kuva 7. Heijastavien pintojen käyttäytyminen: Hajaheijastava, heijastava ja takaisinheijastava pinta.....	18
Kuva 8. Periaatekuva HMPD-laitteesta.....	19
Kuva 9. Erilaisia kädessä pidettäviä näyttölaitteita.....	19
Kuva 10. Paikannusmerkki ns. markkeri. ....	21
Kuva 11. Toimintaperiaate paperisen markkerin tunnistuksesta.....	21
Kuva 12. Esimerkki markkerittomasta paikannuksesta .....	22
Kuva 13. Lisätyn todellisuuden sovellus 7 päivää -lehdessä. ....	25
Kuva 14. Magic Mirror -laite .....	26
Kuva 15. Postilaatikkosovellus.....	27
Kuva 16. Dashuifa-suihkulähde .....	27
Kuva 17. Leikkausreittien harjoittelunukke .....	28
Kuva 18. Autodesk 3ds Max Designin käyttöliittymä.....	30
Kuva 19. Emagin 3Dvisor Z800, näyttölaite ja ohjainyksikkö. ....	32
Kuva 20. Robotin neljän akselin kaikki irtonaiset objektit. ....	34
Kuva 21. Robotin osahierarkia.....	35
Kuva 22. Robotin osat.....	36
Kuva 23. Robotin työkalupään pivot-pisteen siirto. ....	36
Kuva 24. Valmis liikuteltava robotti. ....	37
Kuva 25. Robottisolu rakenne.....	38
Kuva 26. Robottisolu todellisessa ympäristössä. ....	39
 Taulukko 1. Työssä käytettyjen AR-ohjelmistojen vertailu. ....	 32
Taulukko 2. Robotin akseleiden sallitut liikeradat.....	37

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>3D</b>	Kolmiulotteisuus.
<b>AR</b>	Augmented Reality.
<b>Augmented Reality</b>	Lisätty todellisuus, Laajennettu todellisuus.
<b>CAVE</b>	Cave automatic virtual environment. CAVE-tilaa käytetään tietokoneella luotujen kolmiulotteisten rakenteiden visualisoimiseen virtuaalitilassa, jossa käyttäjää ympäröi tietokonelaitteiston luoma keinotodellisuus.
<b>Frustum</b>	Katkaistun pyramidin muotoinen 3D-kappale, tietokonegrafiikassa termi tarkoittaa näyttölaitteessa sitä tilavuutta, johon sijoittuvat kaikki näytöllä näytettävät (renderoitavat) 3D-objektit. Tilavuutta rajoittavat siis pysty- ja vaakasuunnassa näyttölaitteen ylä-, ala- ja sivureunat sekä syvyysuunnassa leikkaustasot, joita kutsutaan nimillä lähileikkaustaso (Near Clipping Plane) ja etäleikkaustaso (Far Clipping Plane). Suomenkieliset nimitykset eivät ole vakiintuneet.
<b>GPS</b>	Global Positioning System. Satelliittipaikannusjärjestelmä.
<b>Gyroskooppi</b>	Laite jolla mitataan tai säilytetään kappaleen orientaatio. Toiminta perustuu liikemäärämomenttiin.
<b>HAD</b>	Head Attached Display. Päähän kiinnitetty näyttö.
<b>HMD</b>	Head Mounted Display. Päähän puettava näyttö.
<b>HMPD</b>	Head Mounted Projective Display. Päähän puettava projisoiva näyttö.
<b>Iz3D</b>	Yhtiö joka valmistaa näytönohjaimille stereoajureja.
<b>LCD</b>	Liquid Crystal Display. Nestekidenäyttö.



<b>MEMS</b>	Micro Electro Mechanical Systems. Suomenkielinen nimitys mikrosysteemit. Sillä viitataan yleensä mikromekaanisiin rakenteisiin perustuviin antureihin ja rakenteiden työstämismenetelmiin.
<b>Pivot-piste</b>	Piste jonka ympäri kyseinen objekti pyörii.
<b>RFID</b>	Radio Frequency Identification. Radiotaajuinen etätunnistus.
<b>SAR</b>	Spatial Augmented Reality. Tilaa koskeva lisätty todellisuus.
<b>Sormitietokone</b>	Toinen nimitys on Tablet-PC ja taulutietokone.
<b>STEP</b>	Standard for The Exchange of Product model data. ISO 10303 standardin mukainen tiedostomuoto.
<b>VTT</b>	Teknologian tutkimuskeskus VTT.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Augmented Reality(AR), eli lisätty todellisuus, nivoutuu yhteen virtuaalitodellisuuden kanssa, molemmilla tutkimusalueilla käytetään samantyyppisiä menetelmiä, laitteita ja ohjelmistoja. Seinäjoen ammattikorkeakoulun virtuaalilaboratoriossa on pääasiassa pyritty käyttämään ja hyödyntämään kalleinta investointia eli CAVEa, ja tästä syystä on kaikki virtuaalitodellisuuteen läheisestikin liittyvät tekniikan osa-alueet jätetty vähemmälle huomiolle kustannussyistä, vähäisen henkilökunnan sekä alan erikoisuuden vuoksi. Lisätyn todellisuuden alaa tutkitaan ja sovelletaan toistaiseksi Suomessa todella vähän, eniten tutkimus- ja kehitystyötä tehtäneen VTT:n Espoon yksikössä. Koska mobiililaitteissa (mm. Apple, HTC, Samsung) toimivia mielenkiintoisia lisätyn todellisuuden sovelluksia (LayAR ja Argon) alkaa tulla jo kuluttajamarkkinoille, ja koska tarvittavat ainesosat tutkimuksen aloittamiseksi ovat jo olemassa, asiaa ei ole syytä olla tutkimatta. Perusainekset tutkimukselle ovat lisättyä todellisuutta tukeva ohjelmisto (VR4MAX), web-kamera ja päähänpuettava HMD-näyttölaite.

## 1.2 Työn tavoitteet

Tutkimuksen ensisijaisena tavoitteena on selvittää, mitä työvaiheita tarvitaan esim. digitaalisessa muodossa (3D-mallina) olevan tehdasmallin siirtämiseen olemassa olevaan (todelliseen) ympäristöön esim. kannettavan tietokoneen, web-kameran ja työkaluohjelmistojen (esim. VR4MAX, AR Media Player) avulla. Toissijaisina tavoitteina on selvittää, millä keinoin lisättyä todellisuutta voidaan soveltaa jo nykylaittein ja ohjelmistoin VR-laboratoriossa (erityisesti CAVEssa), ilman lisähankintoja tai mahdollisimman pienillä hankinnoilla. Jo vuonna 2005 hankitussa TreeC Technologyn VR4MAX-ohjelmistossa on ollut maksullisena lisäsovelluksena AR eli Augmented Reality. Tämä, kuten monet muutkin

VR4MAXin ominaisuudet ovat jääneet hyödyntämättä, koska VR4MAXin perusominaisuudet ovat riittäneet eikä lisäominaisuuksille ole ollut kysyntää.

### **1.3 Työn toteutus**

Aluksi on tarkoitus tutustua alan historiaan, sen tulevaisuuteen ja sen tärkeimpiin sovelluksiin. Seuraavaksi selvitetään, mitä työkaluja – laitteistot ja ohjelmistot – tarvitaan ja tuleeko tehdä investointeja. Myöhemmin selvitetään myös VR4MAX-ohjelmiston toimintaperiaatteet ja tämän jälkeen keskitytään sen lisätyn todellisuuden piirteisiin. Kuten virtuaaliteknologiassa, myös lisätyn todellisuuden kehitystä hidastanee se, että sovellukset täytyy suunnitella alusta lähtien, eikä valmiita työkaluohjelmia ole vielä saatavilla, ja jos onkin, ne eivät ole yleistyneet. VR4MAX on eräs tällainen työkaluohjelmisto, jossa lisätty todellisuus on sisäänrakennettuna, eikä sen käyttö vaadi ohjelmointitaitoja, graafinen ohjelmointi VR4MAXin käyttöliittymässä (sama kuin Autodesk 3ds Maxin käyttöliittymä) riittää. VR4MAXin avulla 3D-malliin lisätään elementtejä, joiden ominaisuuksia säätämällä ja kytkentöjä rakentamalla tehdään virtuaalimalli, johon voidaan kytkeä katselulaitteita, kuten HMD-näyttölaite ja videokuvauslaitteita, kuten tavallinen web-kamera. Lopuksi on syytä miettiä tulevaisuutta, uusia sovelluskohteita sekä sitä, onko lisätty todellisuus kytkettävissä jotenkin nykyiseen CAVE-laitteistoon, ja millä tavalla SeAMKin Tekniikan yksikössä lisättyä todellisuutta voitaisiin hyödyntää - koulutusohjelmakohtaisesti. Tämä aspekti on otettava huomioon erityisesti siitä syystä, että opinnäytetyö tehdään ammattikorkeakoululle itselleen.

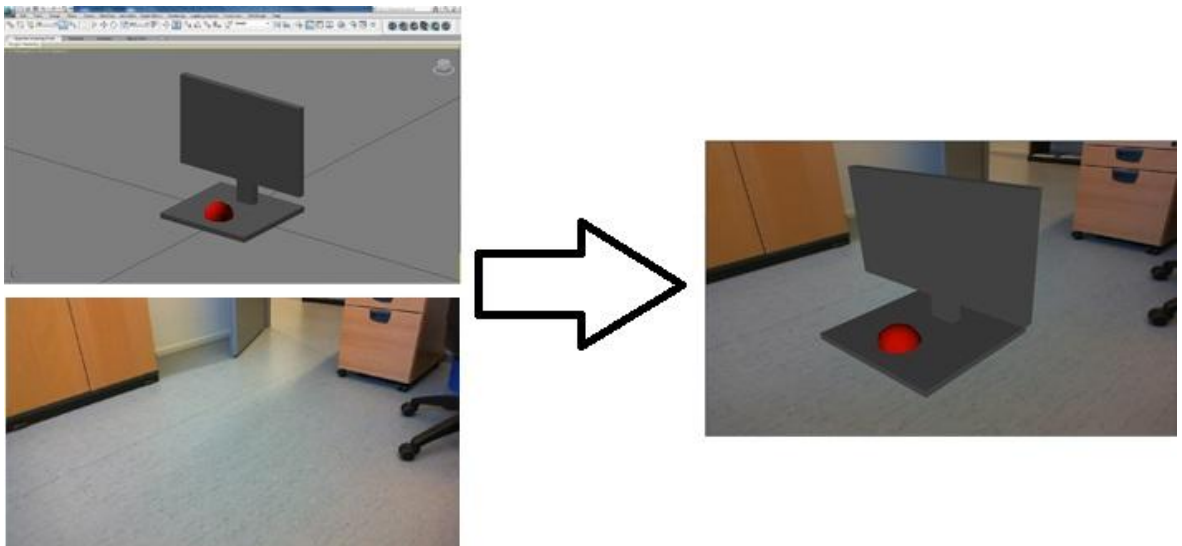
### **1.4 Työn rakenne**

Luvussa yksi käydään läpi, miksi ja miten tähän tutkimukseen ryhdyttiin. Luvussa kaksi käydään yleisesti läpi lisätyn todellisuuden teoriaa, kuten toiminta, historia, nykytilanne ja tulevaisuus. Luvussa kolme käydään läpi työssä käytettyjä ohjelmistoja ja laitteita. Luvussa neljä käydään läpi miten itse työ tehtiin. Luvussa viisi kerrotaan, minkälaiset tulokset saatiin aikaan. Viimeisessä luvussa analysoidaan tulokset ja tehdään niistä yhteenveto.

## 2 LISÄTTY TODELLISUUS

### 2.1 Määritelmä

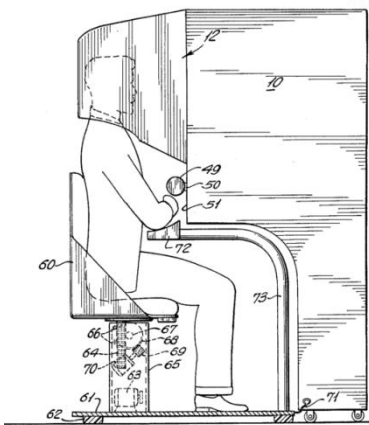
Lisätyn todellisuuden määritelmä on yksinkertaisimmillaan seuraava: Todellista fyysistä ympäristöä parannetaan lisäämällä siihen reaaliajassa tietokoneella luotuja virtuaaliobjekteja. Virtuaaliobjektit voivat olla myös muihin kuin näköaistiin liittyviä, kuten ääni- ja hajuaistiin. (Carmigniani & Furth 2011, 4.) Ihanteellista olisi, että virtuaaliset objektit käyttäytyisivät juuri kuin todelliset objektit (Herling & Broll 2011, 255).



Kuva 1. Virtuaalisen objektin ja todellisen ympäristön yhdistäminen.

### 2.2 Historia

Lisätyn todellisuuden keksi 1950-luvulla tavallaan Morton Heilig, kun hän suunnitteli elokuvateatteria, joka upottaisi katsojan elokuvaan, niin että katsojan kaikkia aisteja käytettäisiin tehokkaasti. Vuonna 1962 Heilig teki ensimmäisen prototyypin, jonka nimeksi tuli "Sensorama". Sensorama loi käyttäjän aisteille visuaalisiaärsyksiä sekä ääni-, tunto- ja hajuärsyksiä. (Carmigniani & Furth 2011, 4.)



Kuva 2. Sensorama. (Heilig 1962, 4).

Vuonna 1966 Ivan Sutherland keksi päähän puettavan näytön. Kaksi vuotta myöhemmin Sutherland oli ensimmäinen, joka teki lisätyn todellisuuden sovelluksen käyttäen optisesti läpinäkyvää, päähän puettua näyttöä. (Carmigniani & Furth 2011, 4.)



Kuva 3. Ivan Sutherlandin HMD-laite vuodelta 1968. (Wagner 2009).

Vuonna 1975 Myron Krueger loi Videoplace-järjestelmän, tilan, jossa käyttäjät voivat olla vuorovaikutuksessa virtuaalisten objektien kanssa. Vuonna 1992 Tom Caudell ja David Mizell, jotka työskentelivät Boeingilla, tekivät lisätyn todellisuuden sovelluksen, jolla helpotettiin työntekijöitä lentokoneen johtojen ja kaapeleiden asennuksessa. Lisäksi Caudell loi termin: lisätty todellisuus. Samaan aikaan Steven Feiner, Blair MacIntyre ja Doree Seligmann esittivät ensimmäisen tärkeän artikkelin AR-järjestelmä-prototyypistä nimeltä KARMA. Vuonna 1997 Ronald Azuma kirjoitti ensimmäisen AR-aiheisen tutkimuksen, jossa hän tarjoaa laajasti

tunnustetun AR:n määritelmän yksilöiden sen todellisen ja virtuaalisen ympäristön yhdistelmäksi joka on rekisteröity sekä kolmiulotteisena että vuorovaikutteisena reaaliajassa. Vuonna 2000 Bruce Thomas kehitti ensimmäisen AR-pelin nimeltään ARQuake. Vuosien 2005 - 2011 välillä AR-sovellusten määrä kasvoi huomattavasti, erityisesti mobiililaitteisiin tehtyjen. (Carmigniani & Furth 2011, 4.)

## 2.3 Mahdollistava teknologia

Jotta lisätyn todellisuuden sovelluksia olisi mahdollista simuloida, täytyy sovelluksissa käyttää näyttölaitetta, interaktiivisuutta, jonkinlaista paikannusmenetelmää ja tietokonetta.

### 2.3.1 Näyttölaitteet

Näyttölaitteet ovat laitteita, jotka käyttävät optisia, elektronisia ja mekaanisia komponentteja muodostaakseen kuvan johonkin katsojan ja katsottavan kohteen välille. Riippuen siitä mitä optiikkaa on käytetty, kuva voidaan muodostaa tasaiselle pinnalle tai monimutkaisemmalle ei-tasomaiselle pinnalle. (Bimber & Raskar 2005, 71.)

Lisätyssä todellisuudessa voidaan käyttää neljää erityyppistä näyttölaitetta.

1. Päähän liitettävät näytöt (HAD)
  - verkkokalvolle heijastava
  - päähän puettu näyttö (HMD)
  - päähän puettu projektori
2. Käsien pidettävät näytöt
3. Projisoivat näytöt (Carmigniani & Furth 2011, 9.)
4. Tavallinen tietokoneen monitori

**HAD-laitteet** puetaan päähän joko omana kokonaisuutena tai osana jotakin muuta päähän puettavaa asustetta, kuten kuvassa 4. HAD-laite yhdistää todellisen ja

virtuaalisen kuvan katsojan näkökenttään. HAD-laite voi olla joko videonäyttö tai läpinäkyvä. (Carmigniani & Furth 2011, 10.)

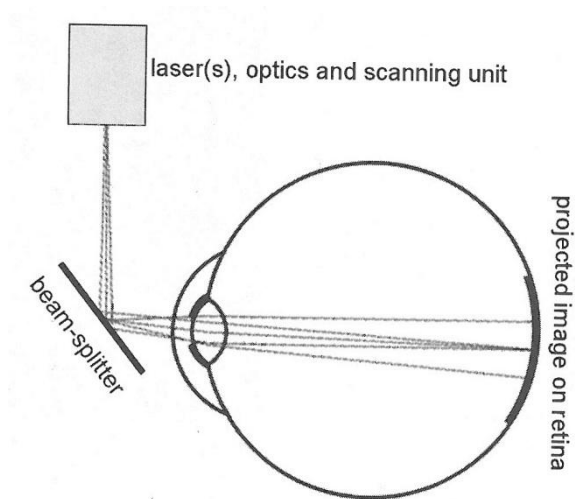


Kuva 4. Näyttölaite kiinnitettynä kypärään. (Reltmayr & Schmalstleg 2003).

**Verkkokalvolle heijastukseen** käytetään pienitehoisia puolijohdelasereita, joilla skannataan moduloitu valo suoraan silmän verkkokalvolle. Tämä menetelmä tuottaa paljon kirkkaamman ja korkeampiresoluutioisen kuvan ja mahdollisesti laajemman kuvakulman kuin kuvaruudulliset näytöt. Nykyisissä laitteissa on kuitenkin monta samaa puutetta kuin HMD-laitteissa. Muutama haittapuoli voidaan kuitenkin tunnistaa nykyisistä toteutuksista:

- Voidaan luoda vain yksivärisiä, punaisia kuvia, koska halpoja matalatehoisia sinisiä ja vihreitä lasereita ei ole vielä olemassa.
- Silmän mukautumisen tunnetta ei pystytä luomaan johtuen silmän motorisen järjestelmän täydellisestä ohittamisesta piirtämällä suoraan verkkokalvolle. Tästä johtuen polttoväli on kiinteä.
- Kolmiulotteisia versioita ei vielä ole. (Bimber & Raskar 2005, 73.)

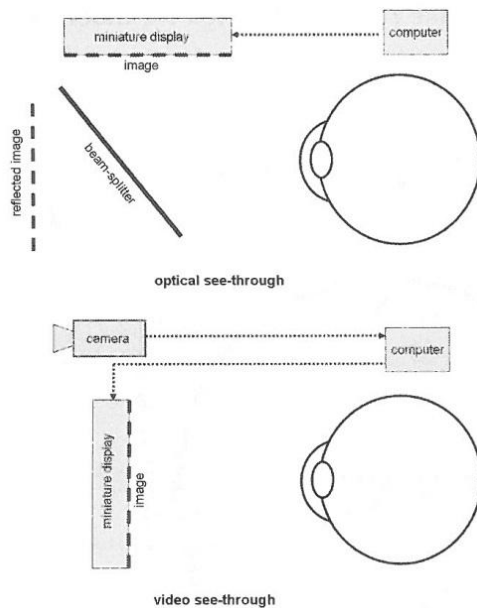
Päähyödyt verkkokalvolle heijastavassa tekniikassa ovat kirkkaudessa ja kontrastissa ja matalassa energian kulutuksessa. Tekniikan kehittyessä on mahdollisuus dynaamiseen tarkennukseen, värillisiin kolmiulotteisiin kuviin, erittäin korkeaan resoluutioon ja laajaan näkökenttään. (Bimber & Raskar 2005, 73--74.)



Kuva 5. Periaatekuva verkkokalvolle heijastavasta tekniikasta. (Bimber & Raskar 2005, 73).

**Päähän puettavat näytöt** ovat tällä hetkellä pääasiassa käytössä lisätyn todellisuuden sovelluksissa. Ne tukevat mobiilisovelluksia ja monen käyttäjän sovelluksia. Kuvan muodostamiseen katsojan näkökenttään on olemassa kaksi erilaista teknologiaa: videonäyttö ja läpinäkyvä näyttö. Videonäyttö hyödyntää videomiksausta ja piirtää yhdistetyt kuvat umpinaiseen HMD-näyttöön. Kameroilla kuvataan katsottavaa kohdetta ja tietokone lisää virtuaaliset objektit kuvaan mukaan ja piirtää sen lopuksi näytöille. Läpinäkyvä näyttö käyttää optisia yhdistimiä (periaatteessa joko puolihopeoituja peilejä tai läpinäkyviä LCD-paneeleja). Katsoja näkee peilin tai paneelin läpi todellisen maailman ja peilille tai paneelille piirretään virtuaaliset objektit. (Bimber & Raskar 2005, 74.)





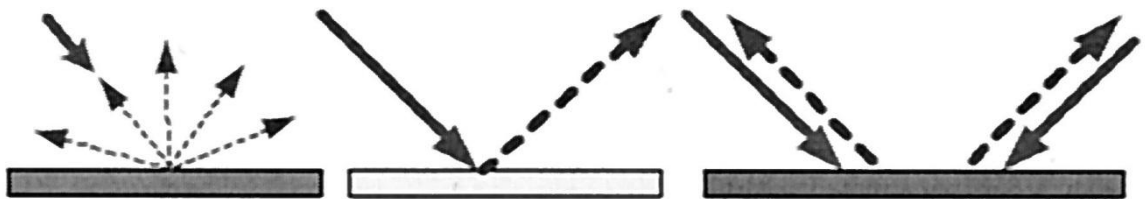
Kuva 6. Periaatekuva päähän puettavien näyttöjen tekniikasta. (Bimber & Raskar 2005, 74).

HMD-näytöissä on kuitenkin heikkouksia, kun niitä käytetään lisätyssä todellisuudessa:

- Matala resoluutio, joka johtuu pienistä näytöistä. Läpinäkyvässä näytössä vain graafinen kerros kärsii suhteellisen pienestä resoluutiosta samalla kun todellinen ympäristö nähdään silmän todellisen resoluution mukaan.
- Rajallinen näkökenttä.
- Epätasapainoinen suhde raskaan optiikan ja ergonomisen käytön välillä.
- Näköhavainnon ongelmat, jotka johtuvat muuttumattomasta kuvasyvyydestä. Läpinäkyvässä näytössä todellisen maailman objektit ja näytölle lisätyt objektit ovat eri kuvasyvyydellä, joten silmät joutuvat joko muuttamaan polttoväliä koko ajan eri kuvasyvyyksien välillä, tai havaitsemaan yhden syvyystason epätarkasti. Videonäytössä on vain yksi polttopistetaso, näyttötaso.
- Läpinäkyvä näyttö vaatii vaikeasti toteutettavan käyttäjäkohtaisen kalibroinnin ja tarkan pään paikannuksen, jotta varmistetaan, että tietografiikka näytetään oikeasta katselukulmasta.
- Silmien väsyminen, mikä johtuu kuvan näyttämisestä liian lähellä silmiä.

- Tavalliset läpinäkyvät näytöt eivät kykene tuottamaan tasaisia peittoefektejä todellisen ja virtuaalisen maailman välillä. (Bimber & Raskar 2005, 75.)

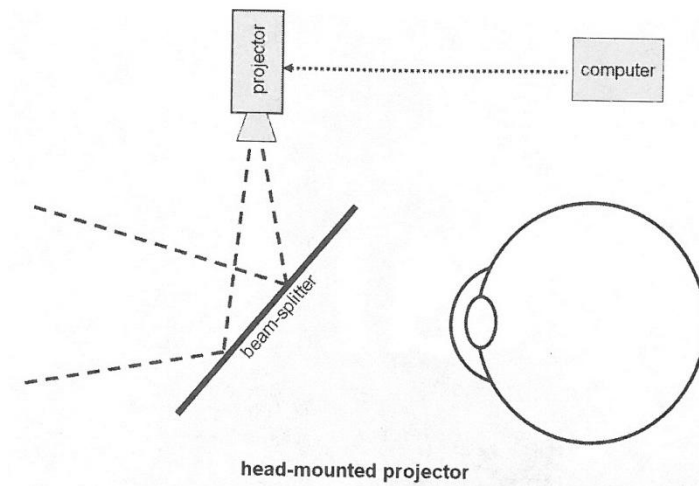
**Päähän puettavia projisoivia näyttöjä** (HMPD) on kehitetty aktiivisesti viimeisen vuosikymmenen aikana (Hua, Brown & Zhang 2011). HMPD-näytöt suuntaavat pienoiprojektoreilta tulevan frustumien peilaavan valosädeyhdistimen kautta takaisinheijastavalle pinnalle, joka sijaitsee katsojan silmien edessä. HMPD-laitteet laskevat HMD-laitteisiin liittyvää ristiriitaa mukautumisen ja värien kohdistuksen välillä. Ne tuottavat laajemman katselualueen ilman että tarvitaan linsejä, joilla vääristymää korjattaisiin. Ne myös estävät virheelliset parallaksivääristymät, jotka johtuvat silmien pupillien ja näyttöpinnan välisen matkan yhteensopimattomuudesta, silloin kun HMD-laitetta pidetään päässä väärällä tavalla. (Bimber & Raskar 2005, 76-78.)



Kuva 7. Heijastavien pintojen käyttäytyminen: Hajaheijastava, heijastava ja takaisinheijastava pinta (Hua, Ha & Rolland 2003).

Nykyisissä prototyypeissa on kuitenkin seuraavia puutteita:

- Integroidut pienoiprojektorit tai LCD-paneelit tarjoavat rajallisen resoluution ja kirkkauden.
- HMPD-laitteet voivat vaatia erityisiä näyttöpintoja (esim. takaisinheijastava pinta) kirkkaiden kuvien näyttämiseen, stereokanavaerotukseen ja jos halutaan mahdollistaa useampi samanaikainen katsoja.
- Niitä voidaan käyttää vain sisätiloissa, koska ne tarvitsevat heijastettavan pinnan ja kuvan laatu riippuu paljon ympäristön valaistuksesta. (Bimber & Raskar 2005, 78--79.)



Kuva 8. Periaatekuva HMPD-laitteesta. (Bimber & Raskar 2005, 77).

**Käsin pidettäviä näyttölaitteita** voivat olla esimerkiksi älypuhelimet ja sormitietokoneet. Älypuhelin on helposti kannettava ja laajalle levinnyt, ja suurimmaksi osaksi nykyisissä malleissa on tehokas prosessori, integroitu kamera, kiihtyvyysanturi, GPS ja puolijohdekompassi, tehden siitä erittäin varteenotettavan alustan lisätyn todellisuuden sovelluksille. Kuitenkaan älypuhelimien pieni näyttö ei ole ihanteellinen 3D-käyttöliittymälle. Sormitietokoneet ovat paljon tehokkaampia kuin älypuhelimet, mutta kuitenkin huomattavasti kalliimpia ja liian painavia käyttää yhdellä kädellä. (Carmigniani & Furth 2011, 10-11.)



Kuva 9. Erilaisia kädessä pidettäviä näyttölaitteita. (Wagner & Schmalstieg 2007).

**Projisoivia näyttöjä käyttävä järjestelmä (SAR)** projisoi graafisen informaation suoraan fyysiseen objektiin ilman, että käyttäjän tarvitsee pukea näyttölaitetta tai kantaa sitä mukanaan. Tämä teknologia on videoprojektorien, optisten elementtien, radiotaajuusmerkkien ja muiden paikannusteknologioiden yhdistelmä.

SAR-näytöt eivät vaadi käyttäjää pukemaan tai kantamaan mitään näyttölaitetta, vaan tekniikka yhdistetään ympäristöön. Tämä mahdollistaa isommat käyttäjäryhmät ja käyttäjien välisen vuorovaikutteisuuden. Yliopistot, tutkimuslaitokset, museot ja taidegalleriat ovatkin olleet kiinnostuneita SAR-laitteita kohtaan. (Carmigniani & Furth 2011, 10.)

### 2.3.2 Paikannusmenetelmät

Oikea ja reaaliaikainen virtuaalisen ja todellisen maailman kohdistaminen on yksi tärkeimmistä tehtävistä, jotta saadaan luotua todellisuuden mukainen lisätyn todellisuuden sovellus. Esimerkiksi tämän saavuttamiseksi täytyy järjestelmän tietää jatkuvasti katsojan sijainti ympäristössä ja mitä katsoja katsoo. (Bimber & Raskar 2005, 4.) Kun ympäristössä liikutaan, katsojan ei pitäisi huomata mitään viivettä tai tärinää todellisten ja virtuaalisten objektien välillä, vaikka liike olisi nopeaa ja epätasaista. (Klein 2006, 2-3.)

Tästä syystä paikannuksen ja kohdistusmenetelmien kehittäminen ovat tällä hetkellä suurimpia haasteita lisätyn todellisuuden tutkimuksissa. Tarkka, nopea ja vakaa katsojan paikannus, kuten myös todellisten ja visuaalisten objektien laatu ympäristössä ovat kriittisiä aiheita tehtäessä uskottavia lisätyn todellisuuden sovelluksia (Bimber & Raskar 2005, 4.)

Paikantamiseen voidaan käyttää digitaalisia kameroita ja/tai muita optisia sensoreja, GPS:ää, kiihtyvyysantureja, puolijohdekompassia, magneettikenttää, ultraääniantureja, RFID -tunnisteita ja ym. (Carmigniani & Furth 2011, 12).

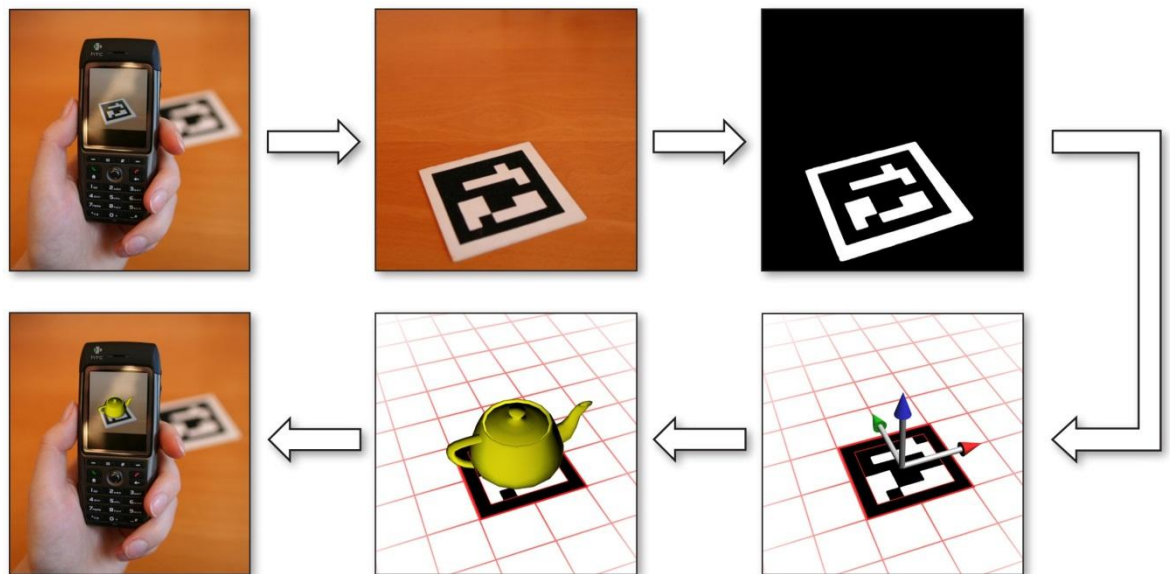
Pääosin paikantamiseen käytetään optista laitetta, esim. kameraa, jolla kuvataan paikannusmerkkiä ns. markkeria ja paikannusmerkin päälle visualisoidaan 3D-malli. Nämä markkerit ovat joko geometrisesti tai väriominaisuuksiltaan helppoja erottaa ja tunnistaa videokuvasta, ja näin niiden sijainti ympäristössä tiedetään. Tyypillisesti lisätyssä todellisuudessa kamera on asennettu HMD-näyttöön ja tietokone laskee tämän kameran asennon tunnettujen piirteiden suhteen, jotka ovat ympäristössä. Kun tehokkaiden tietokoneiden hinta laskee, ja kun melkein kaikilla on mahdollisuus saada tuotua videokuvaa tietokoneelle, optinen paikannus

on kasvavissa määrin houkutteleva ja halpa menetelmä AR-paikantamiseen. (Klein 2006, 3.)



Kuva 10. Paikannusmerkki ns. markkeri.

Markkerien käyttäminen soveltuu hyvin prototyyppisovelluksissa, valmistelluissa olosuhteissa, mutta on erittäin epäsuotavaa esimerkiksi jos pitää simuloida ulkotiloissa, jossa etäisyys kameran ja markkerin välillä olisi suuri (Klein 2006, 4). Lisäksi joissakin tapauksissa markkeria ei voi liittää kiinni objektiin epätasaisen pinnan takia (Herling & Broll 2011, 256).



Kuva 11. Toimintaperiaate paperisen markkerin tunnistuksesta. (Wagner & Schmalstieg 2007).

Tästä syystä markkeriton paikannus olisi parempi, siinä käytetään ympäristössä jo alun perin olleita piirteitä, esimerkiksi rakennusten suoria linjoja. Koska piirteiden yhdistäminen reaaliajassa on vaikeaa, markkeriton paikannusjärjestelmä toimii tyypillisesti useiden yksinkertaistavien olettamusten alaisena (esim. oletamus että kamera liikkuu tasaisesti), joka johtaa käyttövarmuuden puuttumiseen: Olemassa

olevat järjestelmät eivät pysty seuraamaan nopeita kameran liikkeitä, joita sovellusta käytettäessä voi tulla. (Klein 2006, 4.) Markkeritonta paikannusta ei voi käyttää esimerkiksi sellaisissa tapauksissa, joissa taustakuviointi on toistuva, kuten tiiliseinässä tai jos taustakuviointi on yhtenäinen, kuten valkoisessa seinässä josta on vaikea löytää erilaisia piirteitä. (Siltanen 2012).



Kuva 12. Esimerkki markkerittomasta paikannuksesta. (VTT 2010).

### 2.3.3 Tietokoneet

AR-järjestelmät vaativat tietokoneelta tehokkaan keskussyksikön ja huomattavan määrän keskusmuistia kuvien käsittelyyn. Mobiilit AR-järjestelmät käyttävät kannettavaa tietokonetta, joissa ei välttämättä ole tarpeeksi tehokas keskussyksikkö eikä tarpeeksi keskusmuistia. Älypuhelimien ja sormitietokoneiden tekniikan kehittymisen myötä kannettavista tietokoneista voidaan luopua tulevaisuudessa. Paikallaan pysyvät järjestelmät voivat käyttää työpöytä tietokoneita, joissa on tarvittavat tehokkaat näytönohjaimet. (Carmigniani & Furth 2011, 12.)

### 2.3.4 Interaktio

Jotta ihmisen ja tietokoneen välinen vuorovaikutus olisi mahdollista, on tarpeen käyttää erilaisia käyttöliittymiä, joilla käyttäjä voi antaa komentoja tietokoneelle tai

tietokone antaa palautetta simulaatiosta käyttäjälle. Esimerkiksi kehon liikkeet mitataan 3D-paikannussensoreilla, käsien liikkeet tunnistetaan datakäsineillä, visuaalinen palaute näytetään näytöllä, virtuaalinen ääni luodaan 3D-äänigeneraattoreilla. Jotkut näistä laitteista ovat jo kaupallisesti saatavilla, osa vielä prototyyppivaiheessa. Tutkijoiden tavoitteena on luoda nopeampia ja luonnollisempia tapoja vuorovaikutukseen tietokoneen kanssa, kuin vain näppäimistö ja hiiri. (Burdea & Coiffet 2003, 16.) Ihminen on tottunut käyttämään käsiään viestittämiseen, ja näin käsien eleitä ja liikkeitä ymmärtävä käyttöliittymä olisi ihanteellinen järjestelmien hallintaan.

### 2.3.5 Ohjelmakirjastot

Kaupallisia AR-ohjelmistoja on olemassa muutamia, joilla voi tehdä omia AR-sovelluksia ilman ohjelmointitaitoja.

Vapaan lähdekoodin ohjelmakirjastoja lisättyyn todellisuuteen liittyen on tarjolla, niillä käyttäjä voi luoda omia AR-sovelluksia, mutta kirjastot vaativat C++ tai muun ohjelmointikielen käytön osaamista.

Yksi tällainen kirjasto on **ARToolKit**. Se on luultavasti yksi ensimmäisistä ja eniten käytetyistä lisättyyn todellisuuteen liittyvistä ohjelmakirjastoista. Sen kehittivät vuonna 1999 Hirokazo Kato ja Mark Billinghurst, jotka työskentelivät Washingtonin yliopiston HitLAB-yksikössä. Nykyään ARToolKitia ylläpitää Washingtonin yliopiston HitLAB-yksikkö yhteistyössä uusiseelantilaisen Canterburyn yliopiston HitLAB-yksikön kanssa ja lisensoinnista vastaavan ARToolWorks-yhtiön kanssa. Sen sisältämien valmiiden C- ja C++-koodien avulla ohjelmoija voi lisätä ohjelmaansa koodin esimerkiksi virtuaalimallin paikan ja orientaation määrittämiseksi. (ARToolKit 2006.) Samanlainen kirjasto Flash Actionscriptille on FLARToolKit ja Silverlightille SLARToolKit (ARToolworks 2012).

Toinen ohjelmakirjasto on suomalaisen VTT:n kehittämä **ALVAR**. VTT käytti myös aluksi ARToolKitia, mutta kehitti samanaikaisesti omaa kirjastoaan, jonka nimeksi tuli ALVAR. Toisin kuin ARToolKit, se tukee myös markkeritonta paikannusmenetelmää.

## **2.4 Sovellusalueet**

Lisättyä todellisuutta voidaan käyttää monenlaisissa innovatiivisissa sovellusalueissa. Lisätty todellisuus soveltuu hyvin paikalliseen visualisaatioon ulko- ja sisätiloissa, sekä visuaaliseen opastukseen kokoonpanossa, huollossa ja harjoittelussa. Lisätty todellisuus mahdollistaa uudenlaisten vuorovaikutteisten pelien tekemisen ja uusia tapoja mainostamiseen. Useat sijainnin perusteella toimivista palveluista käyttävät lisätyn todellisuuden selaimia. Painetussa mediassa lisätty todellisuus yhdistää 3D-grafiikat ja videot yhteen painettujen julkaisujen kanssa. Lisättyä todellisuutta on käytetty ainakin seuraavissa lehdissä: Katso, Seura ja Cosmopolitan (Siltanen 2012).

Seuraavaksi käydään läpi kolme suurinta sovellusaluetta, joita tutkitaan nykyään eniten.

### **2.4.1 Mainonta ja kaupallisuus**

Markkinoijat voivat käyttää lisättyä todellisuutta uuden tuotteen markkinointiin. Useat tekniikat käyttävät markkeria, jonka mahdollinen ostaja asettaa oman web-kameransa eteen ja käynnistää markkerin mukana tulleen ohjelman tai menee suoraan markkinoijan kotisivuille. (Carmigniani & Furth 2011, 24.) Esimerkki 7 päivää -lehden, Aller Digitalin, Solar Filmsin, Bronson Clubin, VTT:n ja Komia Helsingin yhteistyöprojektista on kuvassa 13, jossa markkinoitiin Vares – Pahan suudelma -elokuvaa 7 päivää -lehdessä. Lehdessä julkaistiin markkeri, ja käyttäjän piti mennä annettuun internetosoitteeseen ja asettaa markkeri web-kameran eteen, jonka jälkeen elokuvan päänäyttelijä ja elokuvan traileri näkyi markkerin päällä.





Kuva 13. Lisätyn todellisuuden sovellus 7 päivää -lehdessä.

Lisätyn todellisuuden avulla voidaan korvata myös rakennusten prototyypit. Rakennusliikkeillä on suuri tarve tietää, tarvitseeko rakennukseen tehdä muutoksia tai täyttääkö se vaatimukset ennen rakentamista. Aiemmin on rakennuksesta tehty kallis prototyyppi, ja jos rakennukseen on pitänyt tehdä muutoksia, se vaatii uuden prototyypin. (Carmigniani & Furth 2011, 25.)

Magic Mirror -laitteessa käyttäjän jalkapohjat mitataan ja sen jälkeen käyttäjä voi virtuaalisesti koettaa jalkineita ennen ostopäätöstä tai tilausta. Käyttäjä näkee oman kuvansa peilistä ja laite piirtää käyttäjän valitsemat jalkineet jalkojen kohdalle. Hyöty tällaisessa laitteessa on, että käyttäjä voi vaihtaa kengän väriä, koron pituutta ym. ennen ostamista. (Carmigniani & Furth 2011, 25.)



Kuva 14. Magic Mirror -laite. (Redaelli, Pellegrini, Mottura & Sacco 2009).

Yksi esimerkki hyödyllisestä sovelluksesta on Yhdysvaltojen postilaitoksen lisätyn todellisuuden sovellus, jossa käyttäjä voi testata onko laatikko riittävän suuri hänen lähettämilleen tavaroille. Laatikon kokoa ja läpinäkyvyyttä voidaan muuttaa. Kun oikea koko on löytynyt, laatikon voi tilata suoraan kotiin sovelluksen kautta. (Brandon 2009.)



Kuva 15. Postilaatikkosovellus. (Brandon 2009).

#### 2.4.2 Ajanviete ja opetus

Ajanviete- ja opetussovellukset voivat olla esimerkiksi pelisovelluksia tai kulttuurillisia (nähtävyyksien katselu ja opastus museossa). Ne voivat olla myös älypuhelinsovelluksia, jossa lisättyä todellisuutta käytetään ajanvietteeseen tai/ja opettamiseen (Carmigniani & Furth 2011, 29). Kuvassa 16 on esimerkki todellisesta kulttuurillisesta sovelluksesta, jossa kiinalaisen Dashuifa-suihkulähteen raunion tilalla näytetään millainen suihkulähde joskus oli (Huang, Liu & Wang 2009).

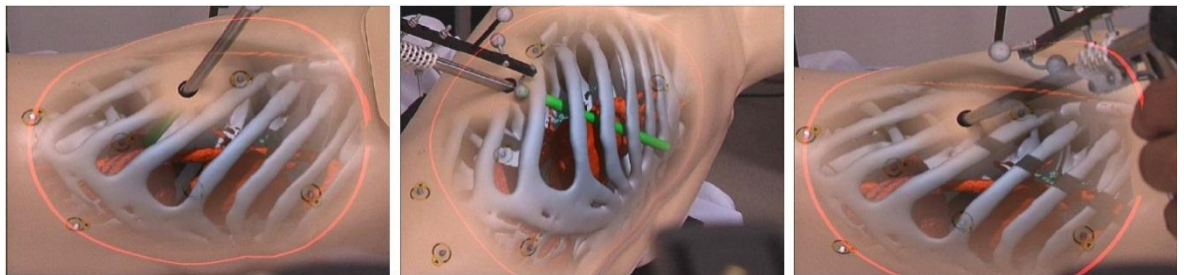


Kuva 16. Dashuifa-suihkulähde. (Huang, Liu & Wang 2009).

Matematiikan, fysiikan ja ym. opintoaineiden opiskelu olisi mukavampaa, jos kirjoissa olisi käytetty lisättyä todellisuutta visualisoimaan asiaa, jota kyseisessä kohdassa käydään läpi (Carmigniani & Furth 2011, 30).

### 2.4.3 Lääketiede

Suurin osa lääketieteellisistä lisätyn todellisuuden sovelluksista käyttää kuvaohjattua ja robottiaivusteista kirurgiaa. Sen seurauksena on tehty huomattava määrä tutkimuksia lisätyn todellisuuden sisällyttämisestä lääketieteelliseen kuvantamiseen. Esimerkiksi tulevaisuudessa voidaan endoskooppisella kameralla kuvata leikattavaa potilasta ja erillisellä näytöllä näyttää sisäelimet leikattavan alueen sisältä, joten kirurgi tietää etukäteen mistä kohtaa pitää leikata. (Carmigniani & Furth 2011, 33.)



Kuva 17. Leikkausreittien harjoittelunukke. (Bichkmeier, Wimmer, Heining & Navab 2007).

Lääketieteessä on rajaton määrä sovelluksia joita voidaan parantaa lisätyllä todellisuudella, sen sijaan että käytettäisiin vain vanhoja sovelluksia. Lisäksi lisätyllä todellisuudella voidaan auttaa vammautuneita. (Carmigniani & Furth 2011, 35.) Esimerkiksi näkövammaiselle on tehty kehitysasteella oleva sovellus, jolla käyttäjä kuvaa jotain kohdetta, sovellus yrittää tunnistaa kohteen ja kertoo äänen mikä kuvattu kohde on. (LookTel 2011.)

## 2.5 Tulevaisuus

Lisätyn todellisuuden kehittäminen on vielä kehitysvaiheessa, joten tulevaisuuden mahdolliset sovelluskohteet ovat rajattomat.

Läpinäkyvien näyttöjen käytettävyyden tulee parantua, ennen kuin ne soveltuvat massamarkkinoille, erityisesti päähän puettavien näyttöjen (Siltanen 2012). Näyttölaitteet tulevat tulevaisuudessa olemaan verkkokalvolle heijastavia näyttöjä tai piilolinssityyppisiä, kuten Washingtonin yliopiston ja Helsingin Aalto-yliopiston yhteistyöprojektissa. Näiden prototyypissä antennit, radiosiru, ohjausmikropiirit ja mikroskooppiset valonlähteet on pystytty yhdistämään piilolinssihin ja saatu toimimaan elävässä silmässä. Tämä vaatii kuitenkin vielä paljon kehitystä ennen kuin sitä voidaan käyttää käytännöllisesti. Nykyinen prototyyppi edellyttää virtalähteen olevan enintään 2 cm:n päässä piilolinssistä, ja nykyisessä prototyypissä on vain yksi LED käytössä. (Chacksfield 2011.) Piilolinssijä käytettäessä näytetty informaatio olisi vain käyttäjäkohtaista, joten ulkopuoliset eivät näkisi salaistakaan informaatiota (Carmigniani & Furth 2011, 39).

Sovelluskehittäjän näkökulmasta katsottuna, erilaisten laitealustojen määrä on laaja, joten jokaiselle laitteistolle pitäisi kääntää sovellus erikseen, koska suurin osa koodauksesta on laitteisto riippuvaista. HTML5-koodi on askel kohti laitteistosta riippumattomia sovelluksia ja suurin osa mobiililaitteista tukee sitä. (Siltanen 2012.)



## 3 TYÖSSÄ KÄYTETYT OHJELMISTOT JA LAITTEET

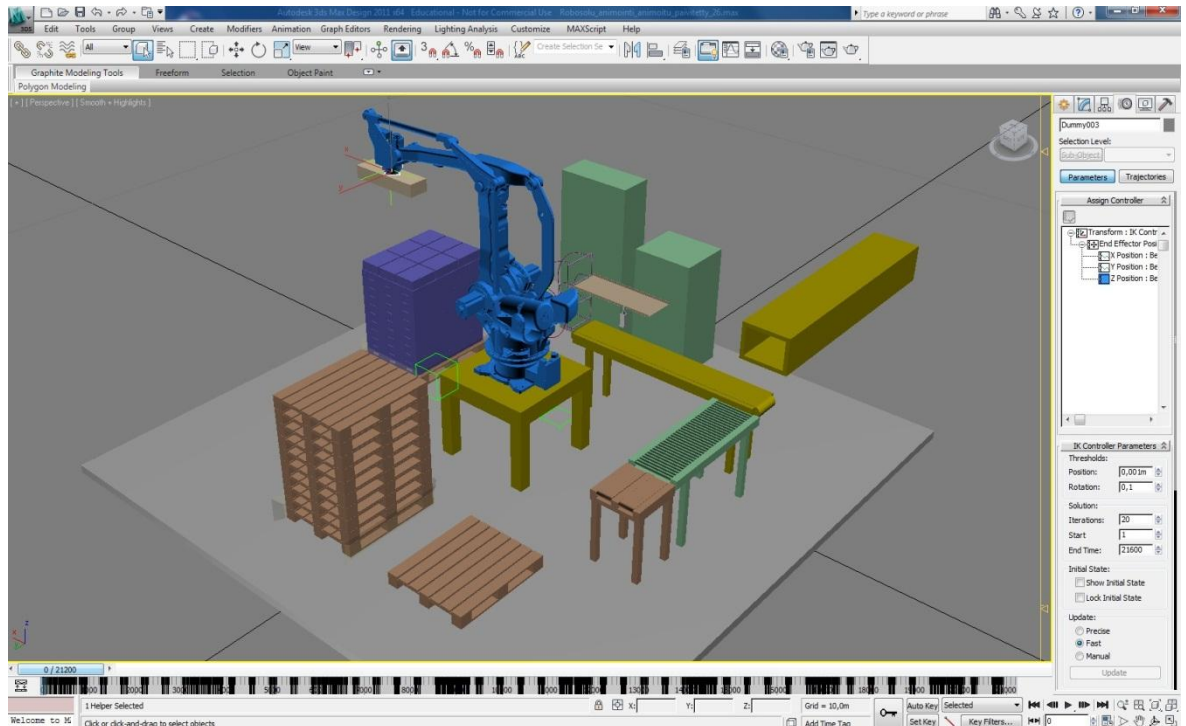
### 3.1 Ohjelmistot

Seuraavassa osiossa esitellään tutkimuksessa käytettyjä ohjelmistoja ja laitteita.

#### 3.1.1 Autodesk 3ds Max Design 2011

3ds Max Design on graafisille suunnittelijoille, arkkitehdeille, suunnittelijoille, insinööreille ja visualisoinnin ammattilaisille suunnattu ohjelmisto. Se tarjoaa tehokkaat suunnittelu-, 3D-mallinnus-, animointi-, renderointi- ja kokoonpanotyökalut. Yksi sen vahvuuksista on plugin-arkkitehtuuri. Jos ohjelmassa ei ole tiettyä ominaisuutta, se voidaan tuoda siihen plugin-sovelluksella. (Autodesk 2011.)

Ohjelmaa käytettiin tässä työssä ensin robotin akselien järjestelemiseen, sitten animointiin ja lopuksi visualisointiin.



Kuva 18. Autodesk 3ds Max Designin käyttöliittymä.

### 3.1.2 Tree C Technology VR4MAX

VR4MAX on Tree C Technology-nimisen yhtiön kehittämä tehokas ja interaktiivinen virtuaalitodellisuuden ympäristö 3ds Maxiin ja Autodesk VIZiin. Niiden malleja voidaan näyttää, tarkistaa ja jakaa tämän ohjelman avulla. (VR4MAXb 2011.)

VR4MAX Generator -työkalu koostuu VR4MAX Translatorista ja Navigator Prosta (VR4MAXb 2011).

Translator on plugin, joka sisältää työkalut 3D-mallien valmistelemiseen 3ds Maxissa Navigator Prota varten (VR4MAXb 2011).

Navigator Pro on virtuaalisen todellisuuden ympäristö, jossa voidaan navigoida tai vaikuttaa 3D-malleihin. Navigator Prolla on mahdollisuus tehdä lisätyn todellisuuden sovelluksia käyttäen VR4MAXin renderöintimoottoria. (VR4MAXb 2011.)

VR4MAX Extreme on ohjelma, jolla voidaan linkittää useita tietokoneita PC-klusteriksi. Näin voidaan tuottaa materiaalia esimerkiksi CAVEen. (VR4MAXb 2011.)

### 3.1.3 AR-media Plugin for Autodesk 3ds Max

**AR-media™** on Inglobe Technologiesin valmistama AR-ohjelmistoalusta. AR-media on yleiskäyttöinen ohjelmistoalusta lisätyn todellisuuden sovellusten ja ratkaisujen kehittämiseen. Sen avulla voidaan luoda itsenäisiä, web- ja mobiileja ratkaisuja, kuten myös räätälöityjä ratkaisuja vaativiin sovelluksiin. Se tukee erilaisia paikannustekniikoita ja ohjelmistoteknologioita, jotka ovat kaikkien Inglobe Technologiesin valmistamien ja hyödyntämien lisätyn todellisuuden ratkaisujen perustana. (AR-media Plugin 2011.)

**AR-media™ Plugin** on nimi ohjelmistoperheelle, joka on johdannainen AR-media-ohjelmistoalustasta. Plugin käyttää vain joitakin toimintoja AR-

media-ohjelmistoalustasta. AR-media Plugin lisää lisätyn todellisuuden toiminnot 3ds Maxiin. Ohjelmointiosaamista ei vaadita. (AR-media Plugin 2011.)

### 3.1.4 AR-ohjelmistojen vertailu

Taulukko 1. Työssä käytettyjen AR-ohjelmistojen vertailu (AR-media Plugin 2011 & VR4MAXa 2011).

	AR-media Professional	VR4MAX AR Pro
Markkereita pluginin mukana?	Kyllä, 8.	Kyllä, 120.
Mahdollisuus tehdä omia markkereita?	Kyllä	Kyllä
Linkitettyt markkerit	Kyllä	Kyllä
Multimarkkerit	Kyllä	Kyllä
Mahdollisuus käyttää kerroksia	Kyllä	Ei
Video- ja audio-objektit	Kyllä	Ei
Peitto-objektit	Kyllä	Ei
Mahdollisuus yksilölliseen vuorovaikutukseen	Kyllä	Kyllä
Leikkaus-tila	Kyllä	Ei
Tuki HMD-laitteille	Kyllä	Kyllä

### 3.2 Laitteet

**Emagin 3Dvisor Z800.** 3Dvisor Z800 on Emagin-nimisen yrityksen valmistama HMD-laite. Siihen kuuluu päähän laitettava näyttölaite, näyttölaitteeseen integroitu paikannusyksikkö ja erillinen ohjainyksikkö.

Paikannusyksikkö käyttää MEMS-tyypin kiihtyvyyssmittareita ja gyroskooppeja liikkeen tunnistukseen. Gyroskooppeja on kolme: X-, Y- ja Z-akselille. Lisäksi paikannin sisältää vastaavasti kompassit ja kiihtyvyyssmittarit kaikenlaisten liikkeiden tunnistamiseksi. (3DVisor 2012.)



Kuva 19. Emagin 3Dvisor Z800, näyttölaite ja ohjainyksikkö.



## 4 TYÖVAIHE

### 4.1 3D-mallien tiedostoformaatin muunto

Koska 3D-mallintamiseen on olemassa useita erilaisia ohjelmistoja ja ohjelmistojen valmistajia, yleensä jokaisessa ohjelmistossa käytetään omaa tiedostoformaattia. Kun toisella ohjelmistolla luotuja 3D-malleja pitäisi saada käytettyä toisessa ohjelmistossa, työ ei usein suju ongelmitta. Ohjelmistoissa on yleensä tuonti- ja vientityökalut, joilla 3D-malli voidaan muuttaa toiseen tiedostoformaattiin, mutta välttämättä kaikki alkuperäisessä ohjelmistossa luodut toiminnot eivät sisälly mukaan muunnettavaan tiedostoon tai toinen ohjelmisto ei ymmärrä niitä.

Tässä työssä robottisolun 3D-malli saatiin yhteistyökumppaniyritykseltä .STEP-tiedostomuodossa. 3ds Max Design ei tue kyseistä tiedostomuotoa, joten se piti saada muutettua 3ds Max Designin ymmärtämään tiedostomuotoon. Ensiksi yritettiin käyttää nPower-nimisen yrityksen valmistamaa Power Translator Basic-ohjelmistoa, jolla STEP-tiedostomuoto olisi pitänyt saada muutettua MAX-tiedostomuodoksi ilman ongelmia. Kuitenkin kun muunnettu MAX-tiedosto avattiin 3ds Max Designissa, 3D-mallista puuttui useita polygoneja ja jotkut polygoneista olivat kääntyneet nurinpäin. Tähän muuntovaiheeseen käytettiin Right Hemisphere-nimisen yrityksen valmistamaa Deep Exploration 6.3 -ohjelmaa. Sillä STEP-tiedosto saatiin muutettua .MAX-tiedostoksi ja kaikki polygonit näyttivät olevan oikein päin.

Robottisolussa oli käytetty Kawasakin valmistamaa robottia, mutta yhteistyökumppaniyritys halusi vaihtaa sen Motomanin MPL160-robottiin. Motomanin kotisivuilta haettiin valmis 3D-malli robotista IGES- ja STEP-tiedostomuodossa. 3D-malli muunnettiin Deep Exploration 6.3 -ohjelmaa käyttäen VRML-tiedostomuotoon, joka säilytti paremmin kaikki robotin osat ja osien polygonit kuin suoraan MAX-tiedostomuotoon muuttaminen.

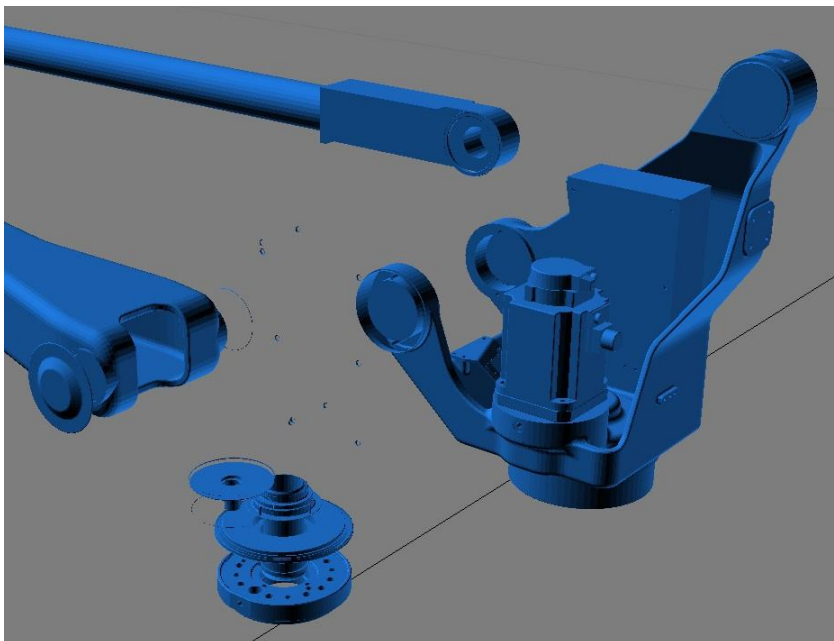
## 4.2 Autodesk 3ds Max

Tässä osiossa käydään läpi, mihin kaikkiin tarkoituksiin 3ds Max Design -ohjelmaa käytettiin tässä työssä. Tavoite oli, että robotin työkalulaippaan liitettyä Dummy-tyyppistä avusteobjektia liikuttamalla kaikki robotin akselit ja varret seurasivat Dummy-objektin liikkeitä ja malli toimisi kuten aito robotti. Täten animointikin olisi suhteellisen helppoa, ettei robotin kaikkia akseleita tarvitsisi liikuttaa erikseen, mikä olisi ollut erittäin aikaa vievää.

### 4.2.1 Robotin valmistelu

Jotta robottia voitaisiin käyttää animoinnissa niin robottia täytyi muokata ja lisätä IK-ratkaisin (IK Solver = Inverse Kinematic Solver).

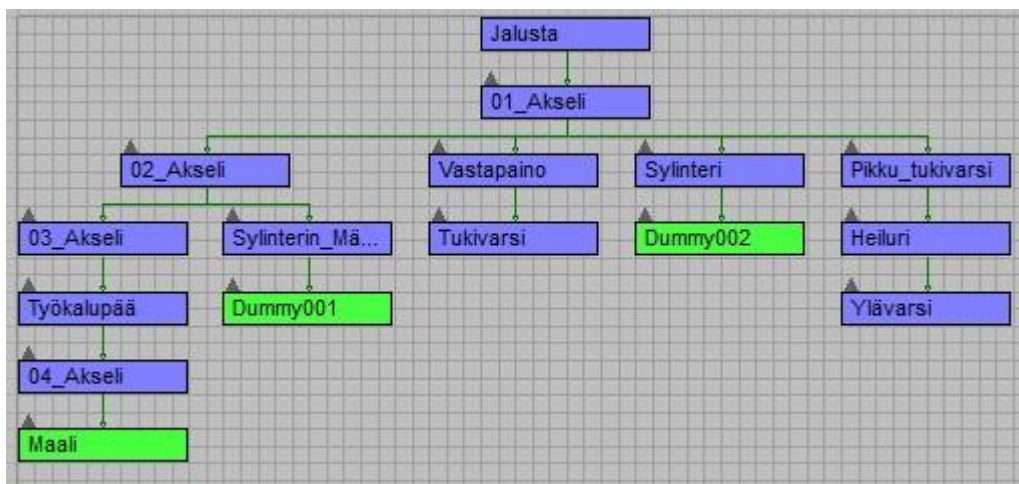
VRML-tiedosto tuotiin 3ds Max Designiin sen omalla tuontityökalulla. 3D-mallissa kaikki aluslaatat, tiivisterenkaat ja ym. olivat omina objekteinaan, joten mallin yksinkertaistamiseksi ne oli liitettävä yhteen robotin akseleiden kanssa joissa ne todellisuudessa olisi kiinni. Esimerkiksi kuvassa 20 näkyy robotin neljännen akselin kaikki irtonaiset objektit. Jos ylimääräisiä objekteja ei olisi liitetty akseleihin, ne olisivat jääneet leijumaan kun robotin akseleita liikutetaan.



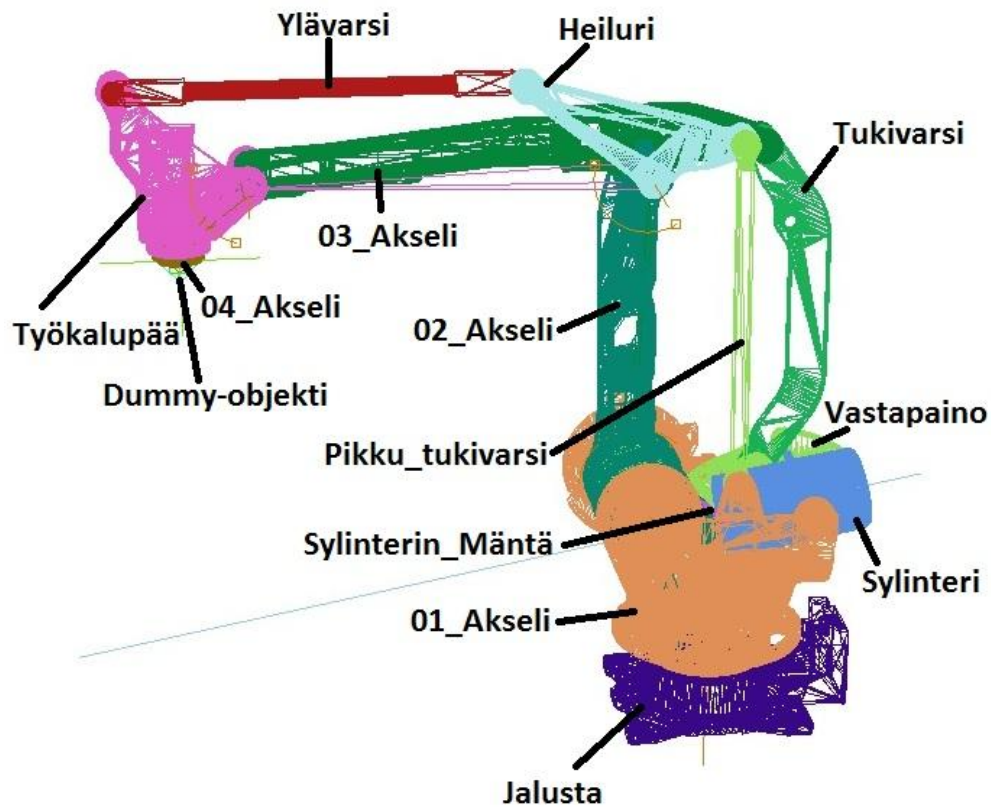
Kuva 20. Robotin neljännen akselin kaikki irtonaiset objektit.

Seuraavaksi robotin osahierarkia piti saada kuntoon, jotta käänteisen kinematiikan ratkaisin toimisi. Tämän avulla robotti voi tehdä ns. lineaariliikkeitä. IK-ratkaisin luo ketjun linkkien kierroille ja siirtymille käänteisen kinematiikan ratkaisun. Käänteisen kinematiikan ketju määritellään osahierarkiassa, esimerkiksi ihmisvartalon tapauksessa lantiosta kantapäähän tai olkapäästä ranteeseen, tässä työssä jalustasta työkalulaippaan. Käänteisen kinematiikan ketjun lopussa on maali. Työkalulaippaa voidaan liikuttaa halutulla tavalla ja IK-ratkaisin liikuttaa ketjuun linkitettyjä objekteja niin että määritelty tavoite saavutetaan. IK-ratkaisin sopii tilanteisiin, joissa hahmon täytyy esimerkiksi ojentaa käsi tarttumaan johonkin objektiin. (3ds Max Design 2011.)

Osahierarkiassa osat linkitettiin toisiinsa ja akseleissa olevat osat kiinni akseleihin. Kuvassa 21 näkyy robotin valmis osahierarkia.

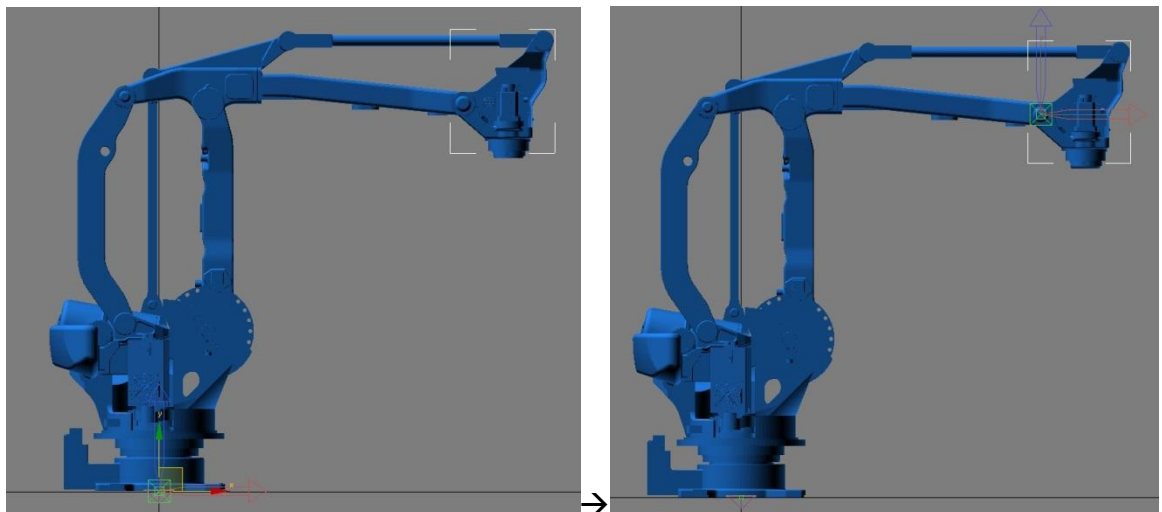


Kuva 21. Robotin osahierarkia.



Kuva 22. Robotin osat.

Seuraavaksi kaikkien objektien pivot-pisteet aseteltiin oikeille paikoilleen. On erittäin tärkeää saada pivot-piste täydellisesti akselin keskelle, muuten akseli pyörii epäkeskeisesti vaikuttaen koko robotin toimintaan.



Kuva 23. Robotin työkalupään pivot-pisteen siirto.

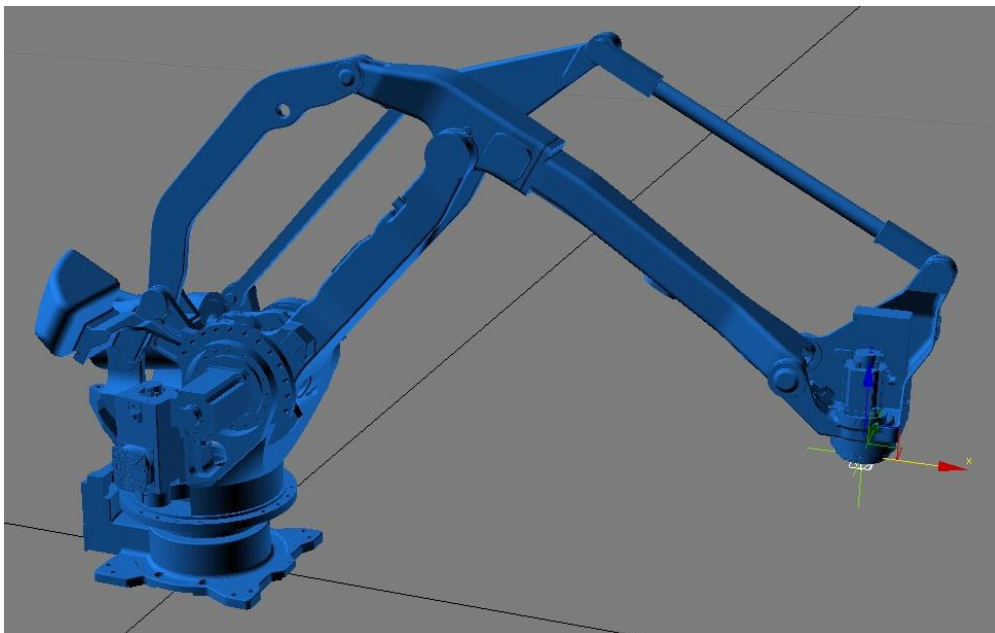
Seuraavaksi varsille ja akseleille piti lisätä animaatorajoitteet. Rajoitteilla määritetään kuinka jokin objekti liikkuu jonkin toisen objektin suhteen. Esimerkiksi tässä työssä tukivarren piti seurata robotin toisen akselin liikkeen suuntaa.

Rajoitteiden lisäämisen jälkeen robotin akseleille määritettiin liikeradat ja se, pyöriikö akseli X-, Y- vai Z-akselin suhteen. Liikeratojen avulla robotti ei voi tehdä liikkeitä teknisessä dokumentaatiossa määrättyjen arvojen yli.

Taulukko 2. Robotin akselien sallitut liikeradat (MPL160 2009).

Akseli		Liikerata
1	Z-akseli	$\pm 180^\circ$
2	Y-akseli	$+90^\circ, -45^\circ$
3	Y-akseli	$+15.5^\circ, -120^\circ$
4	Z-akseli	$\pm 360^\circ$

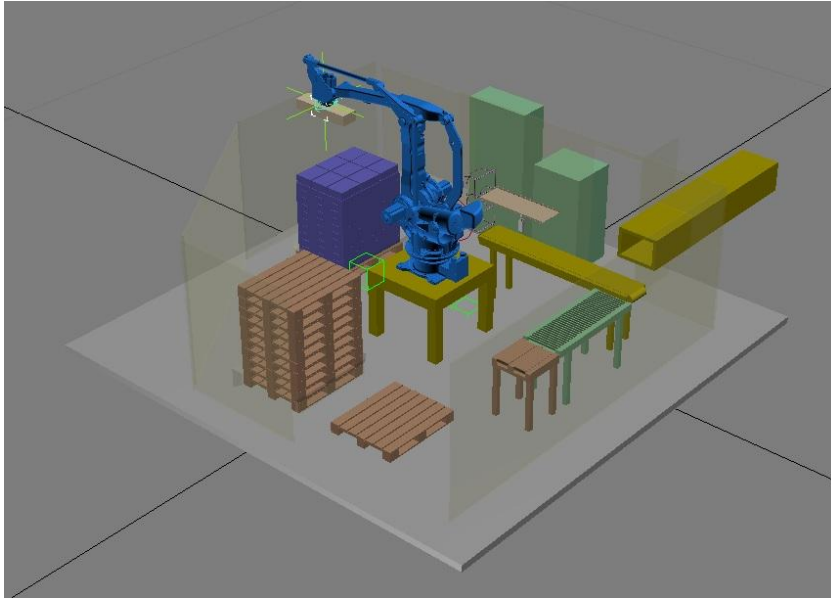
Lopuksi malliin piti lisätä IK-ratkaisin. Tässä työssä käytettiin HD-tyyppistä (History Dependent) ratkaisinta, joka soveltuu hyvin koneiden animointiin, erityisesti liukuville osille. Tämän jälkeen robotti on valmis animointiin. Kuten kuvasta 24 näkyy, työkalulaippaa liikutettaessa kaikki muut akselit seuraavat sen liikettä.



Kuva 24. Valmis liikuteltava robotti.

#### 4.2.2 Robottisolun animointi

Robottisolun animointi oli kaikista aikaa vievin osuus, koska jokainen robotin liike oli animoitava erikseen. Kuvassa 25 on havainnollistettu robottisolun rakenne.



Kuva 25. Robottisolu rakenne.

Robotin tehtävänä oli nostaa lavalta suuaukko alaspäin olevia tyhjiä laatikoita kolmen ryhmässä kääntöpöydälle. Sen jälkeen robotti työntää laatikot kääntimeen, jolla laatikot käännetään suuaukko ylöspäin, ja lähtee hakemaan lisää laatikkoja kunnes liukuhihna on täysi.

Kääntymisen jälkeen laatikot kulkevat yksitellen liukuhihnaa pitkin täytettäväksi. Yhtä laatikkoa täytetään 16 sekuntia, jonka jälkeen täysi laatikko kulkee toisen liukuhihnan päähän, josta robotti nostaa sen toiselle lavalle. Toiselle lavalle tulee täysiä laatikkoja viiteen kerrokseen, jonka jälkeen täysi lava haetaan trukilla pois ja robotti nostaa tyhjien lavojen pinosta uuden lavan tilalle.

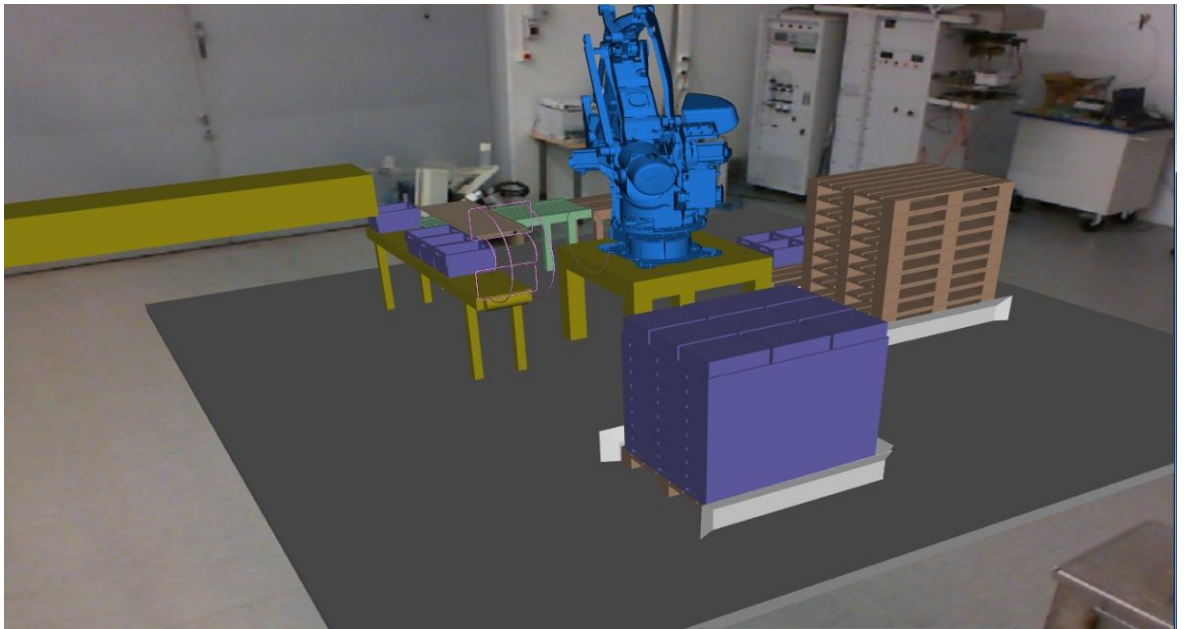
### 4.3 Simulointi

Lisätyn todellisuuden simuloinnin avulla voidaan esimerkiksi markkinoida tuotetta asiakkaalle tai varmistaa, että laitteiden liikkeet ovat sellaisia, kuten on suunniteltu, eivätkä laitteet törmää ympäristössä jo ennestään olevien laitteiden kanssa.

Animoinnin ollessa valmis voitiin robottisoluun lisätä lisätty todellisuus käyttäen AR-media Pluginia. Pluginin käyttöohje oli hyvä ja havainnollinen, joten lisätyn todellisuuden lisääminen ja pluginin käyttö oli helppoa.

Robottisolua simuloidessa, todellisessa mittakaavassa, 3D-malli tärisi häiritsevästi. Tätä yritettiin muuttamalla valotusarvoa ohjelmassa, jotta kamera tunnistaisi markkerin paremmin, mutta tällä ei ollut vaikutusta. Lisäksi yritettiin käyttää kahta markkeria, joka hieman vähensi tärinän suuruutta, mutta tämä ei poistanut sitä kokonaan.

Myös huomattiin, että jos simuloitavan mallin takana oli jokin todellinen objekti, niin se jäi simuloitavan mallin taakse eikä tullut mallista läpi.



Kuva 26. Robottisolu todellisessa ympäristössä.



## 5 TULOKSET

### 5.1 Robottisolun animointi ja simulointi

Tämän työn tavoitteena oli aikaansaada lisätyn todellisuuden robottisovellus.

Ensin robottisolu piti saada siirrettyä 3ds Max Designiin ilman, että robottisolulle olisi pitänyt 3ds Max Designissa tehdä jotain muutoksia. Tämä onnistui Deep Exploration 6.3 -ohjelmalla. Robotille piti lisätä vain toiminnallisuus, jotta sitä olisi helppo animoida. Toiminnallisuuden lisääminen oli helppoa koska virtuaalilaboratoriossa oli työohje toiminnallisuuden lisäämiseen ABB:n robotille, jota soveltamalla toiminnallisuus pystyttiin lisäämään onnistuneesti myös Motomanin robotille.

Robotista onnistuttiin tehdä sellainen, että sitä oli helppo animoida. Animointi oli kuitenkin aikaa vievää, koska jokainen robotin liike täytyi tehdä yksitellen, eikä liikkeitä voinut kopioida. Animoitu robottisolu toimi yhteistyöyrityksen edustajan toivomalla tavalla. Animoidusta robottisolusta tehtiin myös video, jota yhteistyöyritys voi käyttää robottisolunsa esittelemiseen.

Lisätyn todellisuuden ohjelmaksi valittiin AR-media Plugin, koska tutkimusta aloitettaessa ei löytynyt muita mahdollisia AR-ohjelmistoja, joissa ohjelmointiosaamista ei vaadita ja joka olisi suoraan 3ds Max Designiin liitettävissä. Pluginin käytöstä tehtiin työohje (Liite 1), jota voidaan tulevaisuudessa käyttää virtuaalilaboratoriossa.

Lisätyn todellisuuden simulointi onnistui suhteellisen hyvin. Simuloidessa robottisolu värisi hieman häiritsevästi, tätä yritettiin korjata käyttämällä useampaa markkeria, mutta silloin robottisolun kokoa ei voinut muuttaa isommaksi. Nämä asiat saattavat heikentää ohjelmiston hyödyntämistä vastaavissa sovelluksissa, joissa simuloitavan kohteen halutaan olevan todellisessa koossa simuloidessa ja halutaan käyttää vain yhtä markkeria käytännöllisyyden takia.



Lisätyn todellisuuden ominaisuus saatiin toimimaan myös VR4MAXissa. Sen käytön opettelu oli kuitenkin hankalaa puutteellisen ja vaikeasti ymmärrettävän dokumentaation takia. VR4MAXin käytöstä tehtiin työohje (Liite 2).

## 5.2 Emagin 3Dvisor Z800

Emagin 3Dvisor Z800 -näyttölaitetta oli tarkoitus käyttää robottisolun simuloinnissa 3D:nä, mutta selvisi että, näyttölaite ei nykyisellään tue Windows 7 -käyttöjärjestelmää ja lisäksi Nvidia on lopettanut stereoajureiden kehittämisen uusimmille näytönohjaimille. Nykyiset virtuaalilaboratorion tietokoneisiin asennetut näytönohjaimet olivat liian uusia toimiakseen vanhalla 91.31-stereoajuriversiolla, joka on Nvidian viimeinen stereoajuriversio ja joka vielä tukisi näyttölaitetta.

Laitteen toimivuus testattiin eri kokoonpanoilla:

- Näyttölaite toimi 2D-tilassa missä tahansa tietokoneessa.
- Näyttölaite ei toiminut 3D-tilassa tietokoneessa, jossa oli Windows XP -käyttöjärjestelmä ja 91.31-stereoajuri korvattiin Iz3D-stereoajurilla.
- Näyttölaite saatiin toimimaan 3D-tilassa, kun hankittiin tietokone, jossa oli Windows XP -käyttöjärjestelmä ja näytönohjain joka tukee Nvidian 91.31-stereoajuria.

Laite olisi todennäköisesti toiminut 3D-tilassa myös Windows 7 -käyttöjärjestelmässä, jos olisi päivittänyt näyttölaitteen laiteohjelmiston versioon 6.38 ja käyttänyt Iz3D-stereoajuria. Laiteohjelmistoversiota 6.38 ei kuitenkaan ollut saatavilla eikä Emagin vastannut heille lähetettyihin sähköposteihin.

## 6 YHTEENVETO

Työ oli mielenkiintoinen, koska aihe oli tuntematon tekijälleen työtä aloittaessa ja näin sai perehtyä uuteen aihealueeseen ja koska lisätyn todellisuuden ala tulee kasvamaan tulevaisuudessa, kun tekniikka vain kehittyy tarpeeksi.

Lisätyn todellisuuden simuloinnin työvälineeksi valittiin AR-media plugin, koska se oli suoraan yhteensopiva 3ds Max Designin kanssa ja siinä oli sellaisia ominaisuuksia, joita ei muissa vastaavissa ohjelmissa ollut, esimerkiksi video- ja audio-objektit, mahdollisuus näyttää eri kerroksia simuloinnin aikana ym. Lisäksi käytännöllisyys vaikutti hyvältä internetistä katsottujen tutoriaalien perusteella ja se oli suhteellisen halpa investointi, mikä oli perusvaatimuksena.

Virtuaalilaboratoriossa oli jo ennestään VR4MAX-ohjelma, jolla olisi myös ollut mahdollista tehdä lisätyn todellisuuden sovellus, mutta koululla ei ollut kuin yksi lisenssi käytettävissä opettajan koneella ja toisen lisenssin saamisessa kesti liian kauan, joten jokin muu ohjelma piti valita. Toinen lisenssi saatiin tarpeeksi ajoissa käyttöön, joten se ehdittiin ottamaan mukaan tutkimukseen. Lisäksi viivästystä aiheutti se, että VR4MAXin 64-bittinen versio ei tukenut AR-kameralaitteita, mikä ei dokumentaatiosta selvinnyt.

## LÄHTEET

- 3ds Max Design. 2011. Help-tiedosto. [Ohjetiedosto]. Autodesk Incorporated. [Viitattu 23.1.2012]. Saatavissa vain ohjelman mukana.
- 3DVisor. 2012. Z800 3DVisor. [Verkkosivusto]. Emagin. [Viitattu 13.12.2011]. Saatavissa: <http://www.3dvisor.com/>
- AR-media Plugin. 2011. Installation & User guide. [Käyttöohje]. Ede: Inglobe technologies. [Viitattu 9.1.2012]. Saatavissa vain ohjelman mukana.
- ARToolKit. 13.3.2006. History. [Verkkosivu]. Washington: HITlab. [Viitattu 8.1.2012]. Saatavana: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/history.htm>
- ARToolworks. 2012. Products. [Verkkosivu]. ARToolworks. [Viitattu 8.1.2012]. Saatavana: <http://www.artoolworks.com/products/>
- Bichkmeier, C., Wimmer, F., Heining, S.M. & Navab, N. 2007. Contextual Anatomic Mimesis: Hybrid In-Situ Visualization Method for Improving Multi-Sensory Depth Perception in Medical Augmented Reality. [Verkköjulkaisu]. IEEE. [Viitattu 16.1.2012]. Saatavana: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4538837> Vaatii käyttöoikeuden.
- Bimber, O. & Raskar, R. 2005. Spatial augmented reality: Merging real and virtual worlds. Wellesley, MA: A K Peters.
- Brandon, J. 2009. Augmented Reality Past, Present and Future: How It Impacts Our Lives. [Verkkosivu]. Digital Trends. [Viitattu 16.1.2012]. Saatavana: <http://www.digitaltrends.com/features/ge-augmented-reality-iphone-app-past-present-and-future-how-it-impacts-our-lives/2/>
- Burdea, G. & Coiffet, P. 2003. Virtual Reality technology. 2. p. New Jersey: John Wiley & Sons Incorporated.
- Carmigniani, J. & Borko, F. 2011. Augmented reality: An Overview. Teoksessa: F, Furth (toim.) Handbook of Augmented Reality. New York: Springer.
- Chacksfield, M. 22.11.2011. Augmented reality heading to contact lenses. [Verkkolehtiartikkeli]. [Viitattu 31.1.2012]. Saatavana: <http://www.techradar.com/news/world-of-tech/augmented-reality-heading-to-contact-lenses-1042670>

- Heilig, M. 28.8.1962. U.S. Patent #3050870: Sensorama simulator. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 26.1.2012]. Saatavana: <http://www.mortonheilig.com/SensoramaPatent.pdf>
- Herling, J. & Broll, W. 2011. Markerless Tracking for Augmented Reality. Teoksessa: F, Furth (toim.) Handbook of Augmented Reality. New York: Springer.
- Hua, H., Ha, Y. & Rolland, J.P. 1.1.2003. Applied Optics, 42 vuosikerta, 1 painos: Design of an ultralight and compact projections lens. [Verkkojulkaisu]. <http://www.creol.ucf.edu/Research/Publications/1367.PDF>
- Huang, Y., Liu, Y. & Wang, Y. 2009. AR-View: an Augmented Reality Device for Digital Reconstruction of Yuangmingyuan.[Verkkojulkaisu]. Orlando: IEEE. [Viitattu 5.1.2012]. Saatavana: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=05336752> Vaatii käyttöoikeuden.
- Klein, G. 2006. Visual Tracking of Augmented Reality. [Verkkojulkaisu]. Cambridge: University of Cambridge. [Viitattu 10.1.2012]. Saatavana: <http://www.robots.ox.ac.uk/~gk/publications/Klein2006Thesis.pdf>
- LookTel. 2011. LookTel Products: Solutions Under Development. [Verkkosivusto]. LookTel. [Viitattu 30.1.2012]. Saatavana: <http://www.looktel.com/products#products-development>
- MPL160. 2009. Motoman-MPL160 (Standard) Dimension diagram. [Verkkojulkaisu]. Yaskawa Electric Corporation. [Viitattu 12.1.2012]. Saatavana: [http://www.motoman.fi/uploads/tx\\_catalogrobot/MPL160\\_01.pdf](http://www.motoman.fi/uploads/tx_catalogrobot/MPL160_01.pdf)
- Redaelli, C. Pellegrini, R. Mottura, S. & Sacco, M. 2009. Shoe customers' behaviour with new technologies: the Magic Mirror case. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 18.1.2012]. Saatavana: [http://unicatt.academia.edu/RaffaellaPellegrini/Papers/528989/Shoe\\_customers\\_behaviour\\_with\\_new\\_technologies\\_the\\_Magic\\_Mirror\\_case](http://unicatt.academia.edu/RaffaellaPellegrini/Papers/528989/Shoe_customers_behaviour_with_new_technologies_the_Magic_Mirror_case)
- Reitmayr, G. & Schmalstieg, D. 2003. Location based Applications for Mobile Augmented Reality. [Verkkojulkaisu]. Vienna: Vienna University of technology. [Viitattu 17.1.2012]. Saatavana: <http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/reitmayrauc03.pdf>
- Sawers, P. 2011. Augmented reality: The past, present and future. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.1.2012]. Saatavana: <http://thenextweb.com/insider/2011/07/03/augmented-reality-the-past-present-and-future/>

- Siltanen, S. 2012. Theory and applications of marker based augmented reality. Espoo: VTT Science 3.
- VR4MAXa. 2011. Augmented reality user manual. [Käyttöohje]. TreeC Technology. [Viitattu 9.1.2012]. Saatavissa vain ohjelman mukana.
- VR4MAXb. 2011. VR4MAX user manual. [Käyttöohje]. TreeC Technology. [Viitattu 8.1.2012]. Saatavissa vain ohjelman mukana.
- VTT. 2010. Augmented Reality Team. [Verkkosivusto]. Helsinki: VTT. [Viitattu 6.2.2011]. Saatavana: <http://virtual.vtt.fi/virtual/proj2/multimedia/>
- Wagner, D. 2009. History of Mobile Augmented Reality. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 30.1.2012]. Saatavana: <https://www.icg.tugraz.at/~daniel/HistoryOfMobileAR/>
- Wagner, D. & Schmalstieg, D. 8.2.2007. ARToolKitPlus for Pose Tracking on Mobile Devices. [Verkkojulkaisu]. Graz: Graz University of technology. [Viitattu 19.1.2012]. Saatavana: <http://www.icg.tu-graz.ac.at/Members/daniel/ARToolKitPlusMobilePoseTracking>

## **LIITTEET**

Liite 1. Työohje AR-media Pluginin käytöstä.

Liite 2. Työohje VR4MAXin AR-sovelluksen käytöstä.

LIITE 1.

Sami Puumila

## **Virtuaalilaboratorion työohje**

AR-Media™ Pluginin käyttö 3ds Maxissa

Työohje

Kevät 2012

Tekniikan yksikkö

Virtuaalilaboratorio

CAVE

**Seinäjoen ammattikorkeakoulu**  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



# SISÄLTÖ

SISÄLTÖ .....	1
1 Johdanto .....	2
2 Pluginin ominaisuudet .....	3
3 Pluginin käynnistys.....	6
4 Pluginin ulkonäkö ja asetusten selitykset.....	7
4.1 Pikapainikkeikkunat .....	8
4.2 Käytettävissä olevat markkerit .....	9
4.3 Kokoonpanon määrittäminen .....	11
4.3.1 Markkerin määrittäminen.....	12
4.4 Malliin lisättävät AR-media -objektit .....	16
4.4.1 Video-objekti .....	16
4.4.2 Audio-objekti .....	17
4.4.3 Soundtrack-objekti .....	17
4.5 Toiminnot .....	18
4.6 Pluginin konfigurointi .....	19
4.7 Kameran asetukset .....	20
4.8 Objektien vuorovaikutusasetukset.....	21
4.9 Katsojan vuorovaikutustilat .....	22
5 Esimerkit .....	24
5.1 Yksinkertainen mallin simulointi pluginilla .....	24
5.2 Oman markkerin luonti .....	25
5.3 Video-objektin luonti.....	28



## 7 Johdanto

**AR-media™** on Inglobe Technologiesin valmistama AR-ohjelmistoalusta. AR-media on yleiskäyttöinen ohjelmistoalusta lisätyn todellisuuden sovellusten ja ratkaisujen kehittämiseen. Sen avulla voidaan luoda itsenäisiä, web- ja mobiileja ratkaisuja, kuten myös räätälöityjä ratkaisuja vaativiin sovelluksiin. Se tukee erilaisia paikannustekniikoita ja ohjelmistoteknologioita, jotka ovat kaikkien Inglobe Technologiesin valmistamien ja hyödyntämien lisätyn todellisuuden ratkaisujen perustana.

**AR-media™ Plugin** on nimi ohjelmistoperheelle, joka on johdannainen AR-media ohjelmistoalustasta. Plugin käyttää vain joitakin toimintoja AR-media ohjelmistoalustasta. AR-media Plugin lisää lisätyn todellisuuden toiminnot 3ds Maxiin. Plugin toimii graafisella käyttöliittymällä, joten ohjelmointiosaamista ei vaadita.

Tämä työohje koskee pääosin vain Professional 2.2 -versiota pluginista, jossa on kaikki toiminnot käytettävissä. Mutta peruskokeiluversioillakin tulee toimeen, jos ei kaikkia ominaisuuksia tarvita.

## 8 Pluginin ominaisuudet

### Markkerikirjasto

Pluginissa tulee mukana kahdeksan markkeria.

### Useita markkereita samassa näkymässä

Pluginilla voi luoda näkymiä, joissa käytetään useaa markkeria joille jokaiselle voidaan lisätä oma 3D-mallinsa.

### Linkitetyt markkerit

Pluginissa voi linkittää kaksi tai useampia markkereita yhteen ja 3D-malli simuloidaan näiden keskelle.

### Exporter

Pluginin Professional-versiolla voi luoda itsenäisiä .armedia-tiedostoja joita voi toistaa AR-media Playerillä.

### Oman markkerin luonti

Pluginissa on työkalu jolla voi tehdä omia markkereita.

### Video/Audio-objektit

3D-malliin voi lisätä omia videokuvia tai ääniä, jotka toistetaan simuloinnin aikana.

### Äänilistat

Lista johon voi lisätä ääniä, joita toistetaan jatkuvasti simuloinnin aikana. Eroaa audio-objektista siten, että audio-objektin toistoon voi määritellä painikkeen jota klikkaamalla toisto alkaa.

### Peitto-objektit

AR-media Pluginin avulla voit luoda monimutkaisia lisätyn todellisuuden malleja, jotka sisältävät peitto-objekteja. Muissa lisätyn todellisuuden työkaluissa, kun 3D-malli peittyy toisen, todellisen maailman kappaleen taakse, se piiryy aina saman kappaleen päälle, vaikka tämän kappaleen pitäisi peittää se katsojan näkymässä. Luomalla peitto-objekteja AR-media Plugin-sovelluksella voit luoda näkymättömiä virtuaalisia kappaleita (niin sanottuja peitto-objekteja) heijastamaan todellisen ympäristön/maailman mallin rakennetta todellisen maailman peitto-objektien käsittelemiseksi ja käyttäen näin joitakin todellisia kappaleita peittämään virtuaalisen sisällön katsojan näkymässä.

#### Objektien vuorovaikutus

Jokaisella 3D-objektilla on joukko oletustapahtumia ja niihin liittyviä toimintoja, joilla voidaan määritellä kuinka jokin objekti käyttäytyy muiden objektien kanssa simuloinnin aikana. Kokeneet käyttäjät voivat räätälöidä vuorovaikutusasetuksia, niin että saadaan tehtyä todella monimutkaisia sovelluksia.

#### Valotuksen testaustila

Valo on tärkeä tekijä jokaisessa lisätyn todellisuuden sovelluksessa, koska se vaikuttaa simuloinnin tehokkuuteen ja vakauteen, erityisesti markkerien näkyvyyteen kameralle. Pluginilla voit paremmin hallita paikannuksen algoritmeja, kuten muuttaa tärkeitä asetuksia koskien vallitsevia valo-olosuhteita ympäristössä. Lisäksi voit säätää paikannusparametreja visuaalisen palautteen avulla.

#### Kerrosten hallinta

Kaikki 3D-objektit jotka on liitetty markkeriin, voidaan asettaa toimimaan eri kerroksissa (layer) ja näin voit määrittää mitä kerroksia näytetään simuloinnin aikana.

### Ajastettu diaesitys

Voit muokata AR-sovelluksen toimimaan kuten diaesitys: Jokainen kerros näytetään tietyn ajan, lopussa kerroksen objektit poistuvat näkyvistä ja seuraavat objektit tulevat näkyville.

### Varjot

Voit liittää malliisi yhden valon, joka mahdollistaa markkereihin liitettyjen objektien luoda ja vastaanottaa varjoja. Jos liität muita valoja, niin ne toimivat vain heijastuksina mallien pinnassa.

### Leikkaus ja lohkotus

Simuloinnin aikana voit käynnistää Leikkaus-tilan, jolla voit leikata osan 3D-objektista pois.

### Reunanpehmennys

Reunanpehmennystoiminnon avulla käyttäjä voi minimoida 3D-sisällöstä pois joitakin visuaalisia epämuodostumia.

### Reaaliaikainen renderöinti ja animaation toisto

Simuloinnin aikana plugin renderöi tavalla joka on yhteensopiva 3ds Max Designin renderöintimoottorin kanssa. Plugin tukee myös montaa erilaista animointityyppiä.

### HD-tuki

Tuki HD web-kameroille ja kameroille

### Paikannusteknologia

Vaikka AR-media ohjelmistoalustaa ei ole rajoitettu toimimaan vain markkeripaikannusteknologian kanssa, niin plugin toimii vain perustuen markkerin tunnistukseen.

### HMD-laitteet

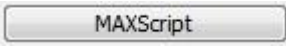
Plugin tukee montaa HMD-laitetta. Esimerkiksi eMagin 3Dvisor Z800, I-O Display Systems i-Glasses ja VR ProAR.

## 9 Pluginin käynnistys

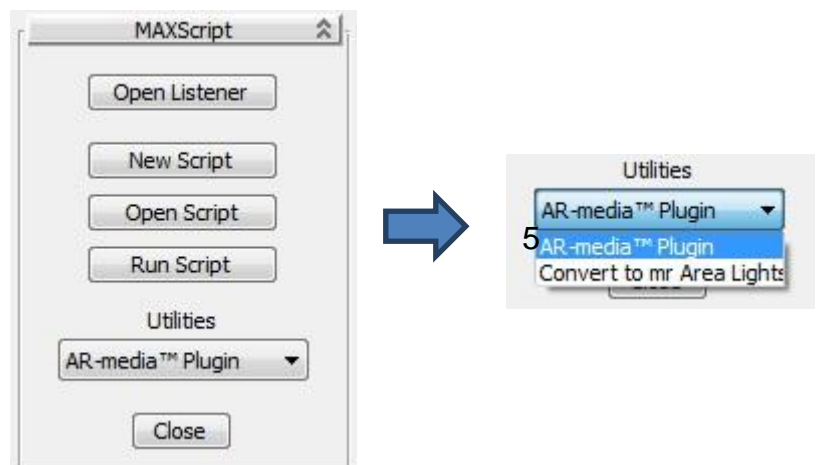
1. Käynnistä 3ds Max 2011 Design tai se 3ds Maxin versio, jonka kanssa Plugin asetettiin toimimaan asennusvaiheessa. Avaa se 3D-malli jonka haluat simuloida.

2. Kun malli on auennut, klikkaa komentopaneelistä Utilities (vasara).



3. Avautuvasta listasta pitäisi löytyä , klikkaa sitä.

4. MAXScript-työkaluikkuna avautuu, klikkaa alaspäinvalikosta AR-media™ Plugin.



5. Plugin on nyt käytössäsi.

## 10 Pluginin ulkonäkö ja asetuksien selitykset

Kun plugin on käynnistynyt, pitäisi 3ds Maxiin tulla näkyviin seuraavanlainen vierityspaneeli, pääpaneeli, kuten kuvassa.



Paneeli voidaan jakaa neljään osaan: Käytettävissä olevat markkerit, kokoonpanon määrittäminen, objektien luonti ja toiminnot. Lisäksi aukeaa

pikapainikeikkunat



Seuraavaksi käydään asetuskohdat läpi yksitellen.

## 10.1 Pikapainikeikkunat

Pikapainikeikkunat ovat hyödyllisiä silloin, kun AR-median pääpaneeli ei ole auki ja työhön pitäisi lisätä joku ominaisuus nopeasti.



painikkeesta aukeaa Video-objektin luontityökalu.



painikkeesta aukeaa Audio-objektin luontityökalu.



painikkeesta aukeaa Sound Track –lista jolle voi lisätä taustaaääniä, joita toistetaan simuloinnin aikana.



painikkeesta käynnistetään AR-simulointi.



painikkeesta käynnistyy lisätyn AR-media informaation vieminen omaan AR-media tiedostomuotoon.



painikkeesta aukeaa pääpaneeli.



painikkeesta aukeaa Marker Generator –työkalu.

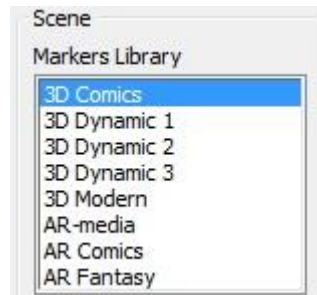


painikkeesta aukeaa Configuration Utility –ikkuna.

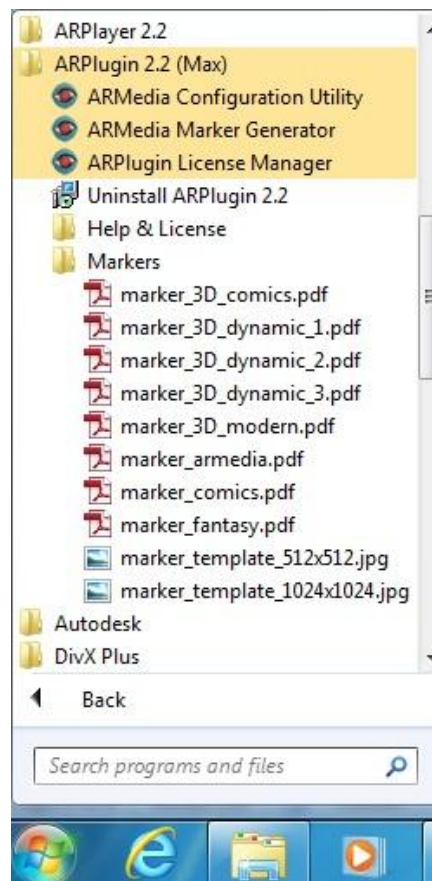


painikkeesta aukeaa pieni informaatioikkuna pluginista.

## 10.2 Käytettävissä olevat markkerit



Markkerikirjastossa (Markers Library) on jo valmiiksi markkereita, jotka tulevat pluginin mukana, niilläkin tulee toimeen vallan mainiosti. Omiakin markkereita voi tehdä, siitä lisää myöhemmin. Tarvitset vähintään yhden markkerin, jonka päälle 3D-malli visualisoidaan, joten tulosta sellainen. Markkerikuvat löytyvät pdf-tiedostoina seuraavasti: Käynnistys → Kaikki ohjelmat → ARPlugin 2.2 → Markers.







Use-painikkeella lisätään uusi markkeri aktiivisten markkerien listalle (Active Markers). Aktiiviset markkerit ovat niitä, joita käytetään simulointiin. Markkeri voidaan lisätä aktiivisten markkerien listalle myös kaksoisklikkaamalla markkerikirjastossa.

Add...-painikkeella voi lisätä oman markkerin kirjaston listalle. Oman markkerin pitää olla .arpattern-päätteinen.

Create...-painikkeella käynnistyy Marker Generator, jolla omat markkerit tehdään. Ohje käyttöön on jäljempänä.

Save...-painikkeella voidaan tallentaa pluginin asetukset sillä hetkellä .arconfig-tiedostoksi. Klikkauksen jälkeen aukeaa vielä lista, josta voidaan valita mitkä asetukset tallennetaan.

- Save Message: Tallentaa nykyisen viestin, jos sellainen on asetettu päälle pääpaneelissa.
- Save library: Tallentaa koko markkerikirjaston. Käytännöllinen silloin, kun halutaan käyttää usein omia markkereita jotka on luotu Marker Generatorilla.
- Save scene: Tallentaa kaikki aktiiviset markkerit ja kaikkien 3D-objektien asetukset.
- Save tracks: Tallentaa kaikki taustamusiikit, jos on käytetty.

Load...-painikkeella palautetaan tallennettu .arconfig-tiedosto takaisin käyttöön. Klikkaamisen jälkeen aukeaa myös lista, josta voidaan valita mitkä asetukset palautetaan. Load scene vaihe voi epäonnistua, jos 3ds Maxin näkymä ei ole täysin sama kuin tallennettaessa. Jos pidät valinnan päällä Show warning-kohdassa, niin plugin ilmoittaa mahdollisista virheistä palautuksen yhteydessä.

### 10.3 Kokoonpanon määrittäminen



Setup...-painiketta painettaessa avautuu markkerin määrittämissivu (Marker Configuration). Siitä lisää jäljempänä.

Disable-painikkeella kytketään aktiivinen markkeri pois päältä / päälle.

Disable all painikkeella kytketään kaikki aktiiviset markkerit pois päältä / päälle.

Remove-painikkeella poistetaan markkeri aktiivisten markkerien listalta.

Poistaminen poistaa myös kaikki asetukset jotka sille oli määritetty. Poiston jälkeen markkerin voi kumminkin lisätä takaisin aktiiviseksi markkeriksi, kuten minkä tahansa uuden markkerin.

Remove all painikkeella poistetaan kaikki markkerit aktiivisten markkerien listalta.

### 10.3.1 Markkerin määrittäminen



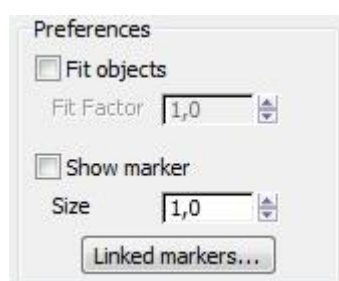
Jotta sovellus toimisi, täytyy aktiiviselle markkerille määritellä asetukset, esim. koko, sovituskerroin, ym., ja liittää 3D-objektit siihen. Muista että, jos markkerille ei ole liitetty 3D-objektia, niin plugin pitää sitä käyttämättömänä markkerina.

Määrittäminen alkaa valitsemalla aktiivisten markkerien listalta markkeri, joka ei ole pois päältä (Disabled-tilassa). Kaksoisklikkaa markkeria listalla tai paina Setup...-painiketta. Marker Configuration ikkuna aukeaa.

Jos Marker Configuration ikkuna on auki ja valitset jonkun muun markkerin aktiivisten markkerien listalta, valittuun markkeriin lisätyt asetukset päivittyvät ikkunaan. Jos valittu markkeri ei ole päällä, kaikki asetuskohdat muuttuvat harmaiksi.



Tästä ikkunasta näet, mille markkerille olet muuttamassa asetuksia. Nuolilla voi siirtyä niiden markkerien välillä, jotka ovat aktiivisten listalla.



Fit objects: Tällä asetuksella voi muuttaa liitettyjen objektien mittakaavaa, niin että niiden koko on aina suhteessa markkerin kokoon.

Fit factor: Tätä arvoa muuttamalla muutetaan algoritmin skaalaustekniikkaa. Mitä suurempi arvo, sitä suurempi 3D-malli on simuloitaessa.

Show Marker: Kun valittuna, markkeri näkyy viewportissa. Näin voit sommitella mallin markkerin päälle niin kuin haluat, ennen kuin malli visualisoidaan tai viedään AR-median tiedostomuotoon.

Size: Tällä asetuksella voidaan pienentää tai suurentaa markkeritasoa viewportissa.

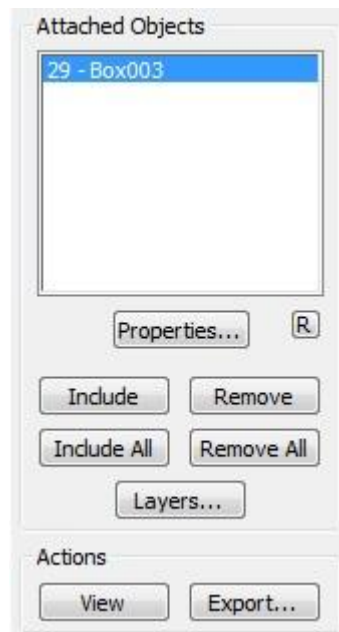
Linked markers... –painikkeesta avautuu seuraavanlainen ikkuna.



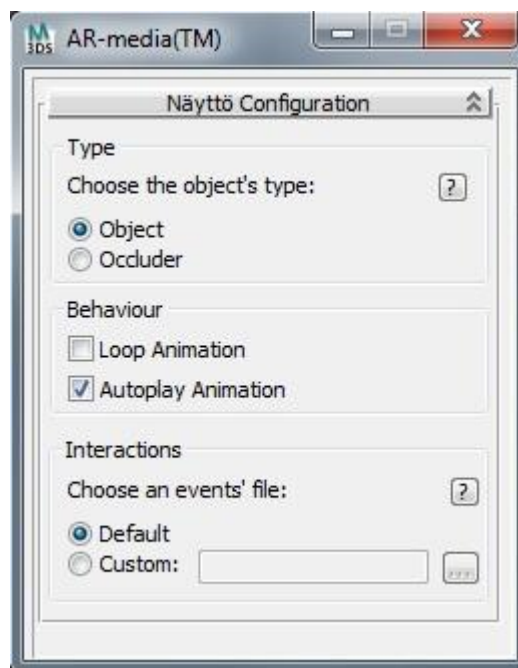
Tällä voidaan luoda ns. linkitetty markkeri. 3D-malli simuloidaan kahden tai useamman markkerin välille, tämä antaa mahdollisuuden näyttää malli tehokkaammin eri katselukulmista.

Linked-lista näyttää markkerit, jotka on linkitetty nykyisen markkerin kanssa. Not Linked-lista taas näyttää markkerit, joita ei ole vielä linkitetty mihinkään. Painikkeilla [<<] ja [>>] markkereita voi siirrellä listojen välillä. Rastin poistaminen Unlink this marker... -kohdasta poistaa nykyisen markkerin Linked Marker-ikkunasta ja sulkee ikkunan.

Jos Linked markers... painike on korostettuna, on se merkki siitä että, markkereita on linkitetty yhteen. Huomaa myös se, että saman ryhmän markkerit jakavat samat objektit, lisäksi, Fit objects asetus ei ole käytettävissä linkitetyille markkereille.



Attached Objects -listalla näkyy objektit, jotka on lisätty markkerille, joka näkyy ylhäällä.



Properties-painikkeesta aukeaa ikkuna, jossa määritellään onko kyseinen objekti tavallinen objekti vai peitto-objekti, määritellään animaation käyttäytyminen ja lisätään vuorovaikutukseen liittyvä XML-tiedosto, jos sellainen objektille halutaan määritellä.

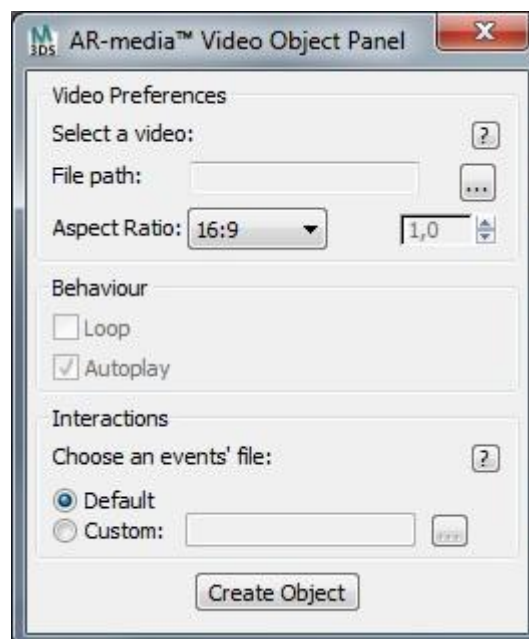
## 10.4 Malliin lisättävät AR-mediaobjektit



Malliin voi lisätä video- tai ääniobjekteja, joilla saadaan malliin lisää mielenkiintoisuutta ja interaktiivisuutta. Esimerkki 4.3 selventää ideaa paremmin.

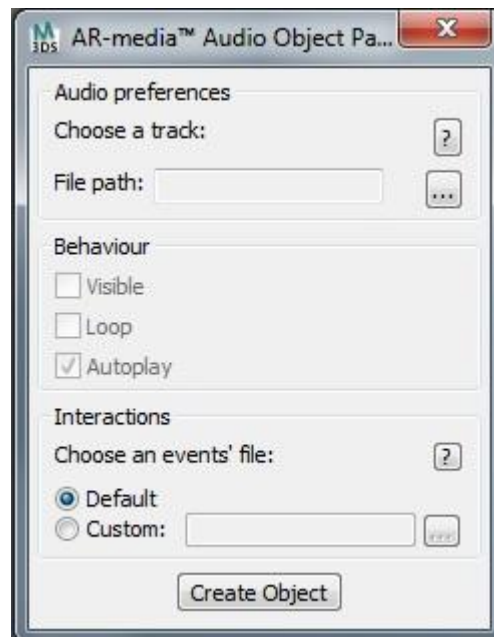
### 10.4.1 Video-objekti

Video-objektit ovat 3D-tasoja, jotka voivat toistaa videota simuloinnin aikana.



### 10.4.2 Audio-objekti

Audio-objektit ovat 3D-kuutioita, jotka toistavat valitun äänen simuloinnin aikana.



### 10.4.3 Soundtrack-objekti

Tätä objektia ei linkitetä mihinkään 3D-objektiin, se toimii vain soittolistana, josta ääni toistetaan simuloinnin aikana.



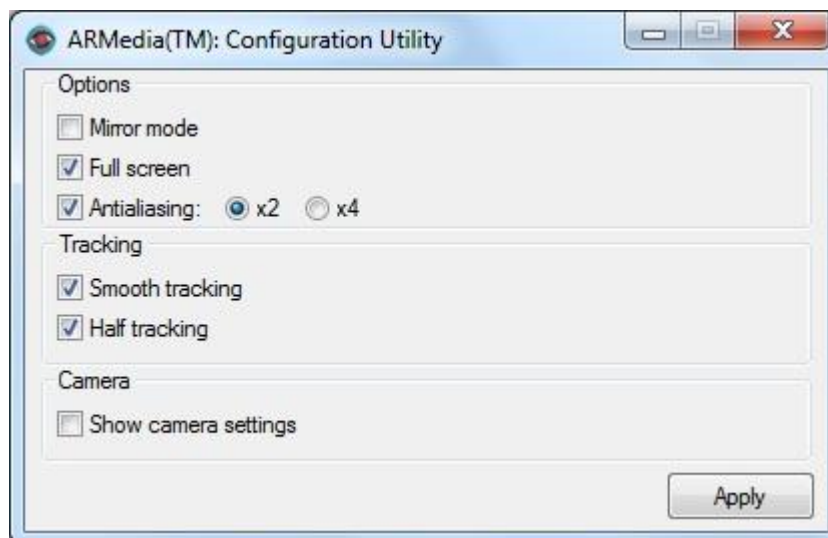
## 10.5 Toiminnot



Samat toiminnot voidaan käynnistää myös pikapainikkeista, kohta 3.1.

- Show message: Viestin näyttäminen näytön alareunassa simuloinnin aikana.
- View-painikkeesta käynnistetään AR-simulointi. Huom. jos mitään markkeria ei ole määritetty aktiivisten markkerin listalle, plugin käyttää AR-media-markkeria.
- Export-painikkeesta voidaan luoda .armedia-tiedosto, jota voidaan käyttää AR-media Playerissä. Huom. jos mitään markkeria ei ole määritetty aktiivisten markkerin listalle, plugin käyttää AR-media-markkeria.
- Configure...-painikkeesta aukeaa Configuration Utility.
- About...-painikkeesta aukeaa pieni informaatioikkuna pluginista.

## 10.6 Pluginin konfigurointi



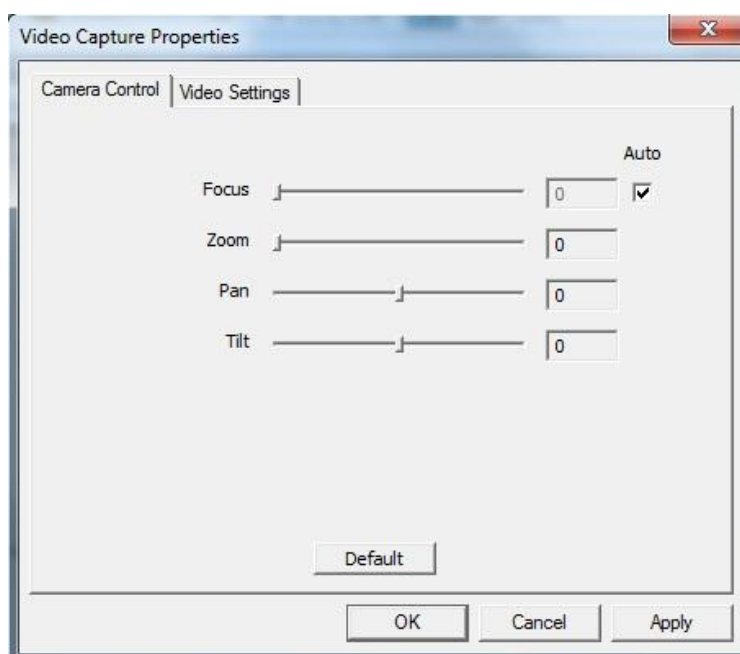
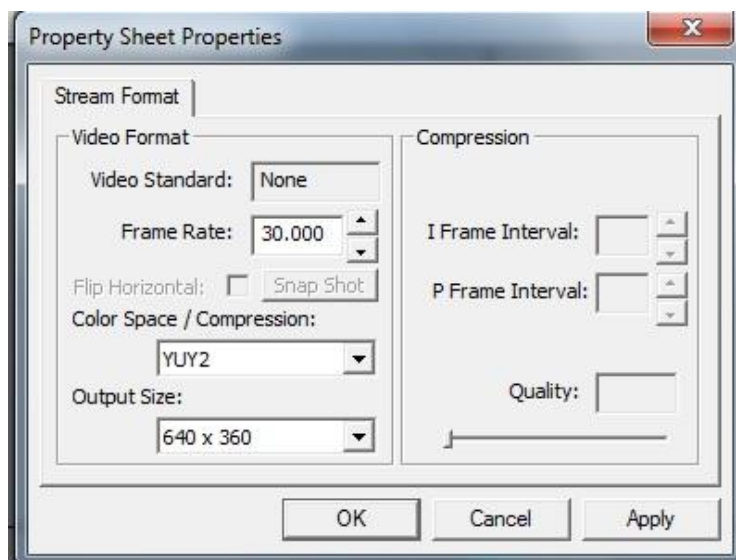
- Mirror mode: Jos tämä on valittuna, videokuva käännetään horisontaalisesti. Voidaan käyttää silloin kun kamera katsoo käyttäjää päin, kuten esim. kannettavassa. Jos tämä ei ole valittuna, videokuvaa ei käännetä. Hyvä käyttää HMD-näyttöjen ja kaikkien muiden sovellusten kanssa joissa käyttäjä voi liikutella kameraa.
- Full screen: Näytetäänkö simulointi koko näytöllä vai omassa ikkunassaan.
- Antialiasing: Asetuksella valitaan käytetäänkö reunanpehmennystä. Mitä korkeampi kerroin on, sitä paremmin 3D-mallit tulevat näkyviin kuvanopeuden kustannuksella. Tämä parametri ei vaikuta videokuvan laatuun.
- Smooth tracking: Määrittää paikannuksen käyttämään joko pehmeää tai tarkkaa tekniikkaa. Jos tämä on asetettu käyttöön, niin objektit seuraavat markkeria pehmeällä tavalla ja pienellä viiveellä. Jos tämä ei ole käytössä, niin objektit on liimattuna markkeriin.
- Half tracking: Määrittää paikannuksen käyttämään puolet videokameran resoluutiosta. Tämä tila on hyödyllinen silloin, kun

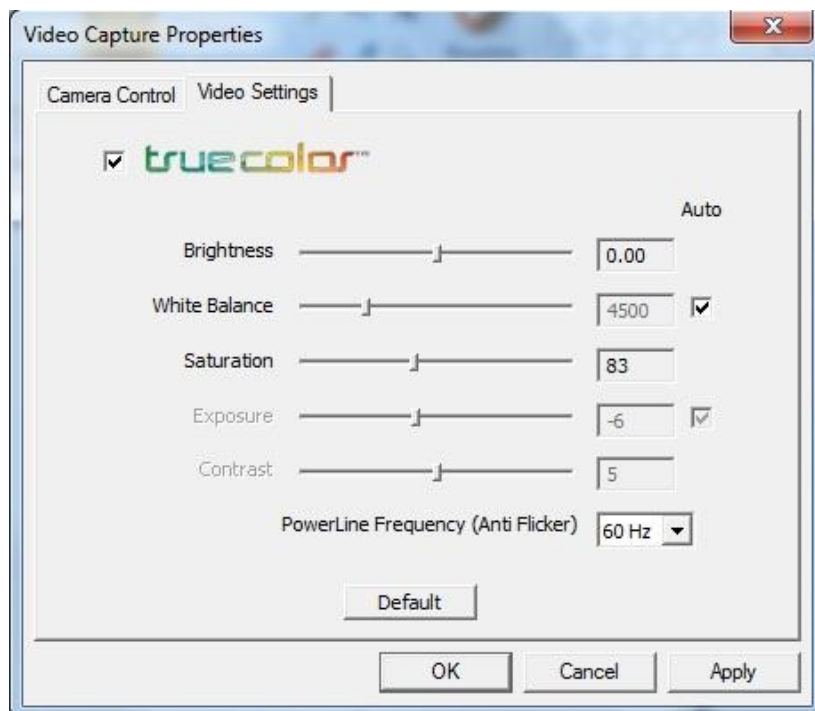
videokuva on korkearesoluutiainen, jotta saataisiin parempi kuvanopeus.

- Show camera settings: Jos valittuna, niin plugin näyttää kameran asetukset, silloin kun simulointi käynnistetään.

## 10.7 Kameran asetukset

Kun Configuration Utilityssä on valittuna Show camera settings, niin plugin näyttää simuloinnin käynnistyessä kameran asetukset.





## 10.8 Objektien vuorovaikutusasetukset

Pluginilla voi lisätä vuorovaikutusta pluginin ja käyttäjän välille, mihin tahansa objektiin. Esimerkiksi simuloinnin aikana käyttäjä voi klikata objektin päällä käynnistääkseen tai pysäyttääkseen sen animaation tai video- ja audio-objekteissa aloittaa tai pysäyttää videokuvan / äänen toiston.

Interactions mahdollisuutta käytetään juuri tätä ominaisuutta varten.

Objektien autoplay-ominaisuus ei ole enää voimassa, kun käytetään itse luotuja vuorovaikutuksia.

Vuorovaikutus lisätään objekteihin tuomalla XML-tiedosto Interactions-kohdan Custom-kohtaan. Tarkemmat ohjeet XML-koodin tekemiseen ja kaikki mahdollisuudet eri tapahtumien tekemiseen löytyvät pluginin käyttöoppaasta.

## 10.9 Katsojan vuorovaikutustilat

Kun simulointi on käynnissä, painikkeiden F1 - F8 avulla voidaan muuttaa vuorovaikutustilaa ja sitä myöten saada käyttöön erilaisia muutettavia asetuksia. Kaikki vuorovaikutustilat selityksineen ja muutettavat asetukset siinä kyseisessä tilassa tulevat näkyviin näytölle simuloinnin aikana, kun painat H-näppäintä. Kaikkien näppäimien selitykset löytyvät myös käyttöoppaasta.

### Simuloinnin hallinta tila (F1)

Tämän tilan avulla säädetään simulointiasetuksia riippumatta näytettävästä sisällöstä. Kaikki tässä tilassa tehdyt toiminnot vaikuttavat koko työhön.

Tämä tila on hyödyksi silloin, kun haluat säätää erilaisia kamera- ja näyttökonfiguraatioita.

### Kappaleen/mallin vuorovaikutteinen tila (F2)

Tämä tila sallii sinun konfiguroida globaalia mallia suhteessa markkereihin. Tila on käytännöllinen esittelytarkoituksiin, jotta voidaan pikaisesti vaihtaa mallin globaalia näyttöä reaaliajassa. Voit skaalata koko mallia pienemmäksi ja isommaksi korostaaksesi 3D-kappaleiden sisältöä.

### Animoinnin hallintatila (F3)

Tässä tilassa voit vaikuttaa eri objektien animointeihin. Voit esimerkiksi hallita kaikkien 3D-objektien animoinnin nopeutta tai pysäyttää animoinnin.

### Äänen hallintatila (F4)

Tässä tilassa voit vaikuttaa soittolistaan. Kohta 4.4.3.

### Kerroksen/Sekvenssien hallintatila (F5)

Tässä tilassa voit hallita kerroksia ja diaesityksiä.

#### Leikkauksen hallintatila (F6)

Tällä tilalla aktivoit leikkauspinnan, jolla voit leikata osan 3D-mallista pois. Leikkaamalla voit katsoa mallin sisälle.

#### Paikannuksen hallintatila (F7)

Tässä tilassa voit säätää joitakin paikannukseen liittyviä parametreja parantaaksesi paikannuksen suorituskykyä.

#### Valotuksen hallintatila (F8)

Tässä tilassa voit säätää malliin liitettyä valolähdettä ja varjoja. Voit vapaasti liikuttaa valolähdettä 3D-mallin ympärillä.

## 11 Esimerkit

Seuraavat esimerkit olettavat että tekijällä on perustuntemus 3ds Max Designin käytöstä, kuten se, miten 3D-objekteja pyöritetään, skaalataan ja siirretään.

### 11.1 Yksinkertainen mallin simulointi pluginilla

1. Käynnistä 3ds Max Design ja avaa Näyttöesimerkki.max-tiedosto.
2. Käynnistä AR-media plugin.
3. Klikkaa pluginin pääpaneelissa haluamaasi markkeria Markers Library-listalla ja klikkaa Use-painiketta.
4. Markkeri siirtyy Active Markers-listalle. Klikkaa markkeria Active Markers-listalla ja klikkaa sen jälkeen Setup-painiketta.
5. Marker Configuration -ikkuna aukeaa. Muuta Size-kohtaan arvoksi 20 tai joku muu haluamasi arvo.
6. Klikkaa Include all -painiketta. Kaikki objektit liittyvät tähän markkeriin.
7. Kytke web-kamera tietokoneeseen, jos se ei ole jo kytkettynä. Klikkaa Actions-kohdasta View. Aseta markkeri kameran eteen niin, että valkoista aluetta näkyy mustan neliön ympärillä. 3D-mallin pitäisi nyt ilmestyä markkerin päälle. Simulointi loppuu painamalla ESC-näppäintä.

## 11.2 Oman markkerin luonti



Tässä esimerkissä tehdään markkeri jonka keskellä on SeAMK-logo. Tarkista ensin että koneelle on asennettu Quicktime-player. Asenna, jos ei ole.

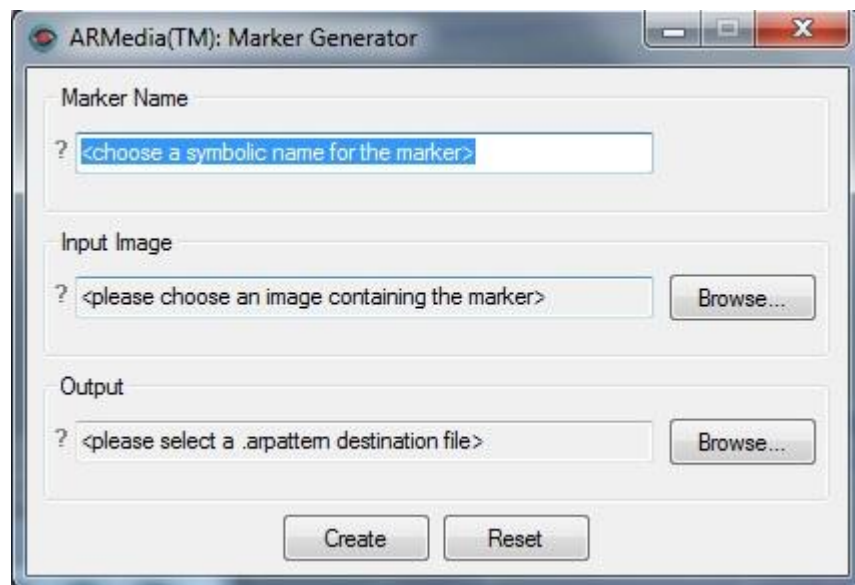
1. Käynnistä Adobe Photoshop CS4 tai vastaava ohjelma.
2. Avaa tiedostopolusta C:\Program Files\ARPlugin 2.2 (Max)\docs\marker\_template\_1024x1024.jpg kuva. (Tai 512x512, jos se mielestäsi on parempi).
3. Avaa SeAMK\_logo.png.
4. Kun logokuva on auennut, paina CTRL+A, ja sen jälkeen CTRL+C.
5. Siirry välilehdelle, jolla marker\_template\_1024x1024.jpg on auki.
6. Paina CTRL+V.
7. Avaa Edit → Transform → Scale. Paina vaihtonäppäin pohjaan, ota jostakin logon kulmasta kiinni ja vedä kauemmaksi. Suurennna kuvaa niin paljon kuin saat mahtumaan valkoiselle alueelle. Paina lopuksi Enter-näppäintä.



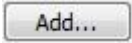
8. Paina CTRL-näppäin pohjaan ja valitse oikealta Layer 1 ja Background.



9. Paina hiiren oikeaa näppäintä ja valitse Merge Layers.
10. Tallenna kuva .jpg muodossa omaan kansioosi. File → Save As
11. Käynnistä 3ds Max Design ja AR-media plugin. Aukaise Marker Generator joko pikanäppäimestä  tai pääpaneelin  -painikkeesta.
12. Avautuu seuraavanlainen ikkuna.



13. Anna Marker name kohdassa nimeksi esim. SeAMK\_markkeri, nimellä ei ole väliä, kunhan itse tunnistat sen tulevaisuudessa.
14. Valitse Input -kohtaan se kuva, jonka äsken tallensit. Paina Browse ja etsi kuvasi.
15. Paina Output -kohdassa Browse ja anna jokin nimi .arpattern tiedostolle. Paina Save.
16. Vihreät merkit ovat merkki siitä, että tiedostonimet kelpaavat generaattorille. Paina Create.
17. Avautuu ikkuna, jossa kerrotaan, että aiemmin tallennetut samannimiset tiedostot korvataan. Paina Yes, jos vanhojen tiedostojen päälle saa tallentaa.

18. Seuraavaksi aukeaa ikkuna, jossa markkeri on ympyröity vihreällä reunalla. Jos reuna on punainen, niin se ei kelpaa generaattorille. Klikkaa markkeria ja tiedostojen teko alkaa.
19. Jos kaikki meni oikein, generator teki 4 tiedostoa: yhden arpattern-, yhden patt-tiedoston ja kaksi jpg-kuvaa. Tulevaisuudessa näiden pitää olla tallennettuna samana ryhmänä, niitä ei pidä siirrellä erikseen eri kansioihin.
20. Mene pluginin pääpaneeliin ja klikkaa  .
21. Etsi ja valitse äsken luotu arpattern-tiedosto ja klikkaa Open. Markkeri ilmestyy Markers Library -listalle, josta sitä voidaan käyttää normaalin markkerin tapaan.

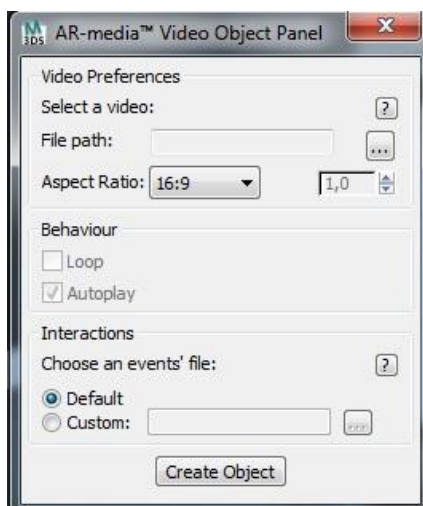
### 11.3 Video-objektin luonti

Tässä esimerkissä käytetään valmista Näyttö\_esimerkki.max-pohjaa. Lisätään video-objekti 3D-mallin näytölle ja lisätään vuorovaikutusta siten, että video käynnistyy kun hiiren vasenta painiketta klikataan 3D-mallissa olevan punaisen napin päällä ja kun oikeaa hiiren painiketta klikkaa punaisen napin päällä, niin video taukoaa. Ääniobjektit lisätään samalla tavalla.

1. Käynnistä 3ds Max Design ja avaa Näyttö\_esimerkki.max-tiedosto.
2. Käynnistä AR-media plugin.
3. Klikkaa pääpaneelista Video-painiketta.



4. Klikkaa Filepathin vierestä [...] -painiketta ja valitse haluamasi video, joka näytetään näytöllä. Huom. videon pitää olla .avi-, .mov- tai .mpg-tiedostoformaattissa. Lisää kriteereitä löytyy pluginin käyttöoppaasta, jos video ei toimi visualisoinnin aikana. Kuvasuhteen (aspect ratio) voit muuttaa mieluisaksesi. Klikkaa lopuksi Create Object. Video-objekti (ARMediaVideoObject001) tulee mallin pohjalle, valitse se ja muuta sen nimeksi Video\_A.



5. Seuraavaksi pitää tehdä XML-tiedosto, jossa määritellään mitä tapahtuu mitäkin nappia klikkaamalla. Kaikki käytettävissä olevat tapahtumat ja komennot löytyvät pluginin käyttöoppaasta, tässä esimerkissä käytetään vain muutamaa. Avaa jokin XML-editori, tässä esimerkissä on käytetty Oxygen XML Editoria.

6. Kopioi seuraava koodi editoriin:

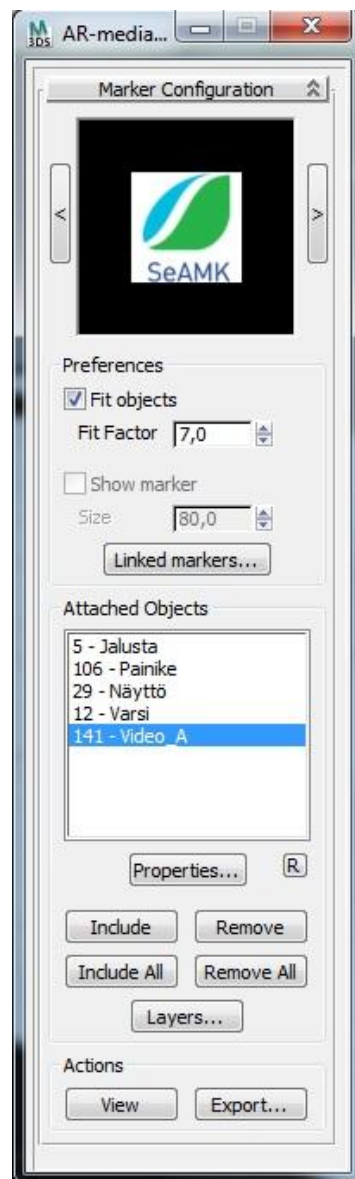
```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"? standalone="no"?>
<events name="Naytto_esimerkki">
  <!-- Mita nappia pitaa klikata -->
    <event name="on_left_mouse_click">
      <actions>
        <!--Source on punainen nappi mallissa, eli se jolle tama XML-
        tiedosto annetaan. Kun sita "itseään" klikataan hiiren
        vasemmalla, niin se vaikuttaa targettiin Video_A -->
          <action source="_self_" target="Video_A">
            <!-- Kasky on soittaa video-objektin sisalto -->
              <command>play</command>
            </action>
          </actions>
        <!-- Sama hiiren oikealle napille, talla kertaa video-
        objektin sisalto vain taukoaa -->
      </event>
      <event name="on_right_mouse_click">
        <actions>
          <action source="_self_" target="Video_A">
            <command>pause</command>
          </action>
        </actions>
      </event>
    </events>
```

9. Tallenna koodi .xml-muodossa omaan kansioosi.

10. Siirry takaisin 3ds Max Designiin.

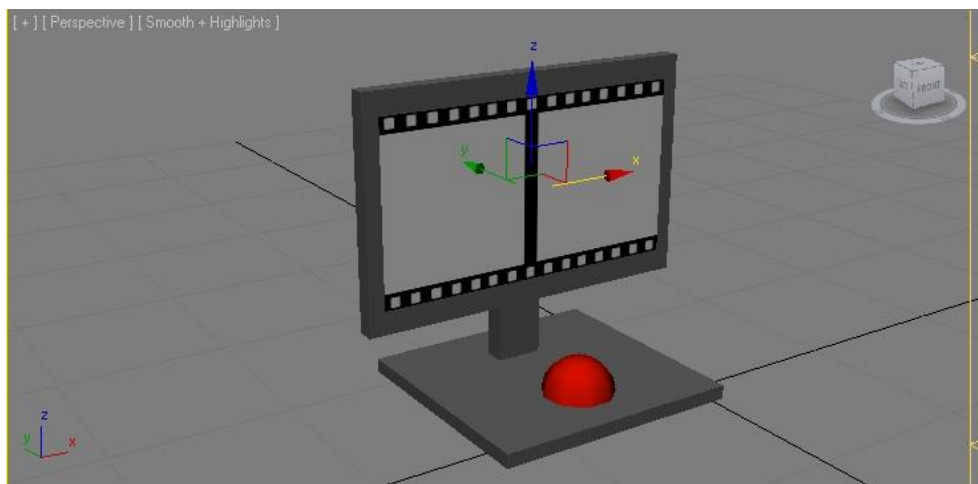
11. Valitse seuraavaksi markkeri, jota haluat käyttää simuloinnissa.  
Valitse markkeri kirjastosta ja klikkaa Use.

12. Markkeri siirtyy aktiivisten markkerien listalle. Klikkaa markkeria aktiivisten markkerien listalla ja klikkaa Setup.
13. Marker configuration -ikkuna aukeaa. Valitse Fit objects ja muuta Fit Factor -arvoksi esim. 7, arvoa voit kokeilla muuttaa itse myöhemmin. Valitse viewportista Jalusta-objekti ja klikkaa Include. Tee sama kaikille objekteille, niin että ne tulevat erikseen Attached objects -listalle, myös video-objekti Video\_A, kuten seuraavassa kuvassa.



14. Klikkaa Attached Objects-listalta 106-Painike ja klikkaa sitten Properties...-painiketta.

15. Kohdassa Interactions muuta rasti Defaultista Customiin ja klikkaa [...] -painiketta. Etsi ja valitse aiemmin luomasi XML-tiedosto. Tiedoston avaamisen jälkeen voit sulkea Properties-ikkunan.
16. Nyt mallia voi testata. Kytke web-kamera tietokoneeseen, jos se ei ole jo kytkettynä. Klikkaa Actions-kohdasta View. Aseta markkeri kameran eteen niin, että valkoista aluetta näkyy mustan neliön ympärillä. 3D-mallin pitäisi nyt ilmestyä markkerin päälle. Kun hiiren vasemmalla napilla klikkaa punaisen napin päällä, pitäisi videon lähteä käyntiin ja oikeasta hiiren napista tauota. Kun olet todennut että video toimii, paina ESC-näppäintä ja simulointi loppuu.
17. Seuraavaksi video-objektia pitää skaalata, pyörittää ja siirtää niin, että se on alla olevan kuvan mukaisessa paikassa ja koossa. Huom. vähän irti näytön pinnasta, jotteivat tasot mene päällekkäin. Valitse Video\_A-objekti joko klikkaamalla viewportista tai painamalla H, ja valitsemalla sieltä.



18. Nyt malli on valmis. Klikkaa View ja lopuksi ESC. Tallenna pluginin .config-tiedosto omaan kansioosi klikkaamalla Save-painiketta pääpaneelistä, jos käytössäsi on pluginin Professional versio.

Sami Puumila

## **Virtuaalilaboratorion työohje**

Lisätyn todellisuuden käyttö VR4MAXissa

Työohje

Kevät 2012

Tekniikan yksikkö

Virtuaalilaboratorio

CAVE



## SISÄLTÖ

SISÄLTÖ .....	1
1 Johdanto .....	2
2 VR4MAXin lisätyyn todellisuuteen liittyvät asetukset .....	7
3 Esimerkit .....	3
3.1 Esimerkki: Mallin valmistelu 3ds Max Designissa .....	3
3.2 Esimerkki: Toimenpiteet VR4MAX Navigatorissa .....	5



## 12 Johdanto

VR4MAX on Tree C technology -nimisen yrityksen kehittämä plugin sovellus 3ds Maxiin, jolla voidaan visualisoida reaaliajassa ja lisätä interaktiivisia toimintoja.

VR4MAX Generator työkalu koostuu VR4MAX Translatorista ja Navigator Pro:sta. Translator on plugin joka sisältää työkalut 3D-mallien valmistelemiseen 3ds Maxissa Navigator Pro:ta varten.

Navigator Pro on virtuaalisen todellisuuden ympäristö, jossa voidaan navigoida tai vaikuttaa 3D-malleihin.

VR4MAX Extreme on ohjelma jolla voidaan linkittää useita tietokoneita PC-klusteriksi. Näin voidaan tuottaa materiaalia esimerkiksi CAVE:lle.

Lisätty todellisuus ominaisuus toimii vain 32-bittisessä Navigator Pro:ssa. Tämä työohje koskee pääosin vain VR4MAX versiota, jossa on AR Pro lisenssi.

## 13 Esimerkit

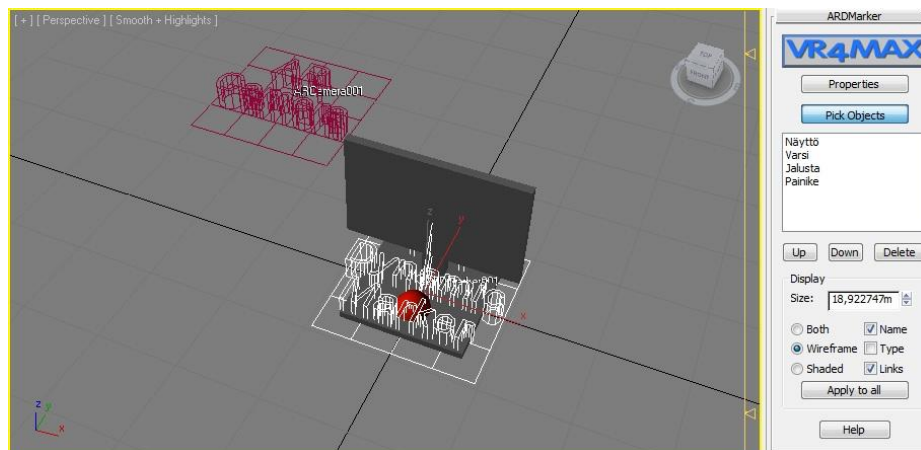
### 13.1 Esimerkki: Mallin valmistelu 3ds Max Designissa


Tehdään yksinkertainen esimerkki, jossa 3D-malliin lisätään VR4MAXin lisättyyn todellisuuteen liittyvät objektit, jotta malli voidaan näyttää VR4MAX Navigator Pro:ssa.

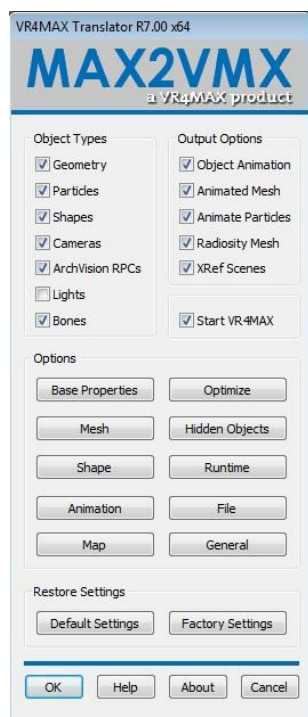
1. Käynnistä 3ds Max Design. Avaa esimerkiksi Naytto\_esimerkki.max-tiedosto tai joku muu tiedosto jonka haluat simuloida.
2. Kun malli on avautunut, klikkaa Create-välilehdeltä Helpers.
3. Alasvetovalikosta valitse VR4MAX 3D Objects.



4. Klikkaa ARCamera-painiketta ja lisää se johonkin kohtaan näkymässä.
5. Klikkaa ARDMarker-painiketta ja lisää se 3D-mallin alle.
6. ARDMarkkerin paneelissa klikkaa Pick Objects-painiketta ja valitse kaikki 3D-mallin objektit.

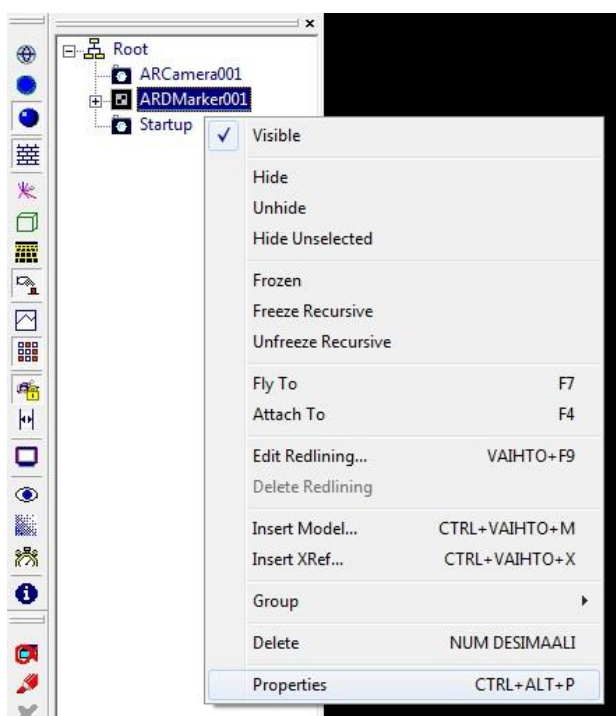


7. Klikkaa  -kuvaketta vasemmassa yläkulmassa ja valitse Export.
8. Hae kansio johon haluat tallentaa. Anna tiedostonimeksi esimerkiksi Näyttö\_esimerkki ja tiedostotyyppiä valitse VR4MAX R7.0 Model File. Klikkaa Save.
9. VR4MAX Translator-ikkuna aukeaa. Mitään asetuksia ei tarvitse muuttaa. Viennin jälkeen VR4MAX Navigator Pro aukeaa automaattisesti, koska kohta Start VR4MAX on valittuna.



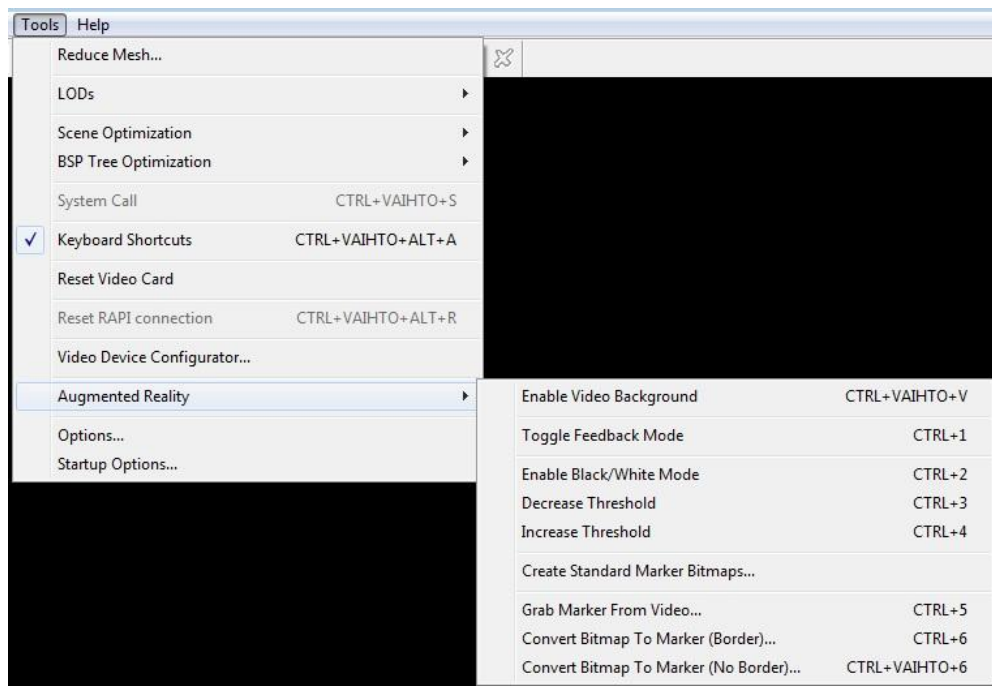
### 13.2 Esimerkki: Toimenpiteet VR4MAX Navigatorissa

1. Liitä web-kamera tietokoneeseen.
2. Käynnistä 32-bittinen VR4MAX Navigator Pro, jos se ei ole jo käynnissä ja avaa äskein luomasi VMX-tiedosto.
3. Klikkaa Tools → Video Device Configurator.
4. Web-kameran pitäisi näkyä Video devices-listalla. Valitse se ja klikkaa vasemman puoleisesta listasta Augmented Reality (not linked). Klikkaa listojen välistä Link-painiketta.
5. Video devices-listan alta klikkaa Activate ja klikkaa ok.
6. Valitse Tools → Augmented Reality → Create standard marker bitmaps.
7. Tee uusi kansio ja nimeä se Markkerit. Tallenna kansioon.
8. Valitse kansioista mieleisesi markkeri ja avaa se esimerkiksi Adobe Photoshopilla. Tulosta se. Muista sen markkerin numero.
9. Klikkaa hiiren oikealla näppäimellä ARDMarker001 päällä ja klikkaa valinta pois Visible -kohdasta. Sen jälkeen klikkaa Properties.



10. Pattern ID kohtaan laita valitsemasi markkerin numero ja klikkaa Apply ja sen jälkeen Ok.
11. Paina näppäinyhdistelmä Control+Vaihto+V.
12. Paina näppäinyhdistelmä Control+F6.
13. Aseta markkeri kameran eteen niin, että valkoista aluetta näkyy mustan neliön ympärillä. 3D-mallin pitäisi nyt ilmestyä markkerin päälle.
14. Simulointi loppuu painamalla näppäinyhdistelmiä Control+ Vaihto+V ja Control+F6.

## 14 VR4MAXin lisättyyn todellisuuteen liittyvät asetukset



- Enable Video Background: Tällä komennolla laitetaan kameralta tuleva taustavideo päälle ja pois. Pikanäppäinyhdistelmä CTRL+VAIHTO+V.
- Toggle Feedback mode: Siirtyminen palautetilojen välillä. Tämän avulla voit käsittää paremmin mitkä markkerit ohjelma tunnistaa videokuvasta.
  - Perusasetuksena on, että palautetila ei ole päällä
  - Painamalla kerran CTRL+1, tila vaihtuu täyden palautteen tilaan (Full feedback mode). Tässä tilassa renderöidään neliö niiden markkereiden päälle jotka ohjelma tunnistaa videokuvasta. Vihreä neliö tarkoittaa sitä, että videokuvasta löydetty markkeri vastaa ARDMarkkeriin määritettyä markkeria. Punainen neliö tarkoittaa vastakohtaa.
  - Painamalla toisen kerran CTRL+1, tila vaihtuu tartuntatilaan (Grab mode). Tässä tilassa suurin tunnistettu markkeri on korostettu sinisellä neliöllä. Tätä tilaa voi käyttää silloin, kun halutaan tunnistaa itse tehty markkeri videokuvasta ja tarvitaan tietää minkä markkerin ohjelma valitsee videokuvasta.

Ennen kuin ohjelma rupeaa analysoimaan videokuvaa, niin videokuva muutetaan mustavalkoiseksi käyttäen valotusta. On tärkeää säätää valotus oikeaksi, muuten konenäön algoritmit eivät pysty tunnistamaan kaikkia piirteitä videokuvasta.

- Enable Black/White mode: Käynnistää mustavalkotilan, jolloin näytöllä oleva kuva muuttuu mustavalkoiseksi.
- Decrease Threshold: Pienentää valotusta.
- Increase Threshold: Kasvattaa valotusta.
- Create Standard Marker Bitmaps: Tällä toiminolla tallennetaan pluginin mukana tulevat markkerikuvat käyttäjän omaan kansioon tulostettavaksi.
- Grab Marker From Video: Tällä komennolla ohjelma katsoo videokuvasta suurimman markkerin, erottaa markkerirajan sisällä olevan kuvion ja tekee siitä kuviotiedoston, josta käyttäjä voi tehdä oman markkerin ohjelmaa varten. Suositeltavaa käyttää tartuntatilaa, jotta varmistutaan että ohjelma valitsi oikean markkerin videokuvasta. Valotus on tärkeää säätää sopivaksi.
- Convert Bitmap To Marker (Border): Luodaan markkeri kuvasta jossa on jo markkeriraja.
- Convert Bitmap To Marker (No Border): Luodaan markkeri kuvasta jossa ei ole markkerirajaa.